

PCT/JP2004/001845

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18. 2. 2004

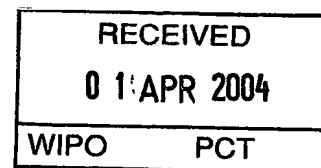
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 0 1 9 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 7 0 1 9 3]

出 願 人 シャープ株式会社
Applicant(s):

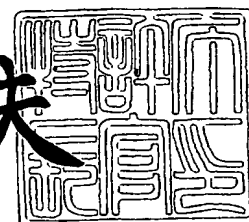


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 3 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 2 3 8 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 03J00120

【提出日】 平成15年 3月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/1335
G02F 1/01

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 内田 秀樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101683

【弁理士】

【氏名又は名称】 奥田 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 082969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208454

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表示システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによって情報を表示する表示素子とを備えた表示システムであって、

前記調光素子は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る複数の領域を有し、前記表示素子に複数種類の情報が表示されているとき、前記表示されている情報の種類に応じて前記複数の領域のそれぞれの光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替え得る、表示システム。

【請求項 2】 前記表示素子は、前記調光素子を透過した光を変調することによって表示を行う第 1 の表示領域と、前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う第 2 の表示領域とに互いに異なる種類の表示信号を供給する、請求項 1 に記載の表示システム。

【請求項 3】 前記表示素子は、複数の画素を有し、前記調光素子が有する前記複数の領域のそれぞれは、前記複数の画素のそれぞれに一对一で対応している、請求項 1 または 2 に記載の表示システム。

【請求項 4】 前記調光素子は、第 1 層および第 2 層を含む積層構造を備え、外部刺激に応答して前記第 1 層の光反射率が変化する調光素子であって、

前記第 1 層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第 1 材料を含んでおり、

前記第 2 層は、前記特定元素を含有し得る第 2 材料を含み、前記第 2 材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 5】 前記調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、

前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第 1 材料を含んでおり、前記第 1 材料は粒子である、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の表示シ

ステム。

【請求項 6】 光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、入射光を変調することによって表示を行う表示素子とを備えた表示システムであって、

前記調光素子は、第 1 層および第 2 層を含む積層構造を備え、外部刺激に応答して前記第 1 層の光反射率が変化する調光素子であり、

前記第 1 層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第 1 材料を含んでおり、

前記第 2 層は、前記特定元素を含有し得る第 2 材料を含み、前記第 2 材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する、表示システム。

【請求項 7】 前記表示素子は、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う、請求項 6 に記載の表示システム。

【請求項 8】 前記元素は水素であり、前記第 1 材料は、水素濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る、請求項 4、6 および 7 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 9】 前記第 2 層は、水素貯蔵材料を含んでいる請求項 8 に記載の表示システム。

【請求項 10】 前記第 1 層および前記第 2 層の各々の水素平衡圧—組成等温線（P T C 特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する請求項 9 に記載の表示システム。

【請求項 11】 前記 P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記第 1 層および前記第 2 層の水素平衡圧力がほぼ同等である請求項 10 に記載の表示システム。

【請求項 12】 前記第 2 層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記第 1 層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる請求項 11 に記載の表示システム。

【請求項 13】 前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 4 および 6 から 12 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 14】 前記第 2 材料は、光の照射により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 4 および 6 から 13 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 15】 前記第 2 層は、光触媒性を有する材料を含んでいる請求項 14 に記載の表示システム。

【請求項 16】 前記特定元素のイオンを前記第 2 材料から前記第 1 材料へ、または前記第 1 材料から前記第 2 材料へ移動させるための電界を形成する 1 対の導電層を備えている請求項 4 および 6 から 15 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 17】 前記第 1 および第 2 層は、前記 1 対の導電層の間に位置している請求項 16 に記載の表示システム。

【請求項 18】 前記第 1 層は導電性を有しており、前記 1 対の導電層の一方として機能する請求項 16 または 17 に記載の表示システム。

【請求項 19】 前記第 2 層は導電性を有しており、前記 1 対の導電層の一方として機能する請求項 16 または 17 に記載の表示システム。

【請求項 20】 前記第 2 層は、光透過性を有している請求項 4 および 6 から 19 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 21】 前記第 1 層および第 2 層の少なくとも一方が多層構造を有している請求項 4 および 6 から 20 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 22】 光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と

入射光を変調することによって表示を行う表示素子とを備えた表示システムであって、

前記調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であり、

前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第 1 材料を含んでおり、前記第 1 材料は粒子である、表示システム。

【請求項 23】 前記表示素子は、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う、請求項 22 に記載の表示システム。

【請求項 24】 前記第 1 材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る、請求項 5 または 22 に記載の表示システム。

【請求項 25】 前記第 1 材料が前記光反射状態のとき、前記調光層は光を拡散反射する、請求項 24 に記載の表示システム。

【請求項 26】 前記粒子の直径は 350 nm 以上であり、かつ前記調光層の厚さ以下である、請求項 5 および 22 から 25 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 27】 前記特定元素は水素である、請求項 5 および 22 から 26 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 28】 前記特定元素を含有し得る第 2 材料を含む変換層をさらに備え、前記第 2 材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する、請求項 5 および 22 から 27 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 29】 前記特定元素は水素であり、前記変換層は水素貯蔵材料を含んでいる、請求項 28 に記載の表示システム。

【請求項 30】 前記調光層および前記変換層の各々の水素平衡圧-組成等温線（P-T-C 特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する請求項 29 に記載の表示システム。

【請求項 31】 前記 P-T-C 特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記調光層および前記変換層の水素平衡圧力がほぼ同等である請求項 30 に記載の表示システム。

【請求項 32】 前記変換層における P-T-C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記調光層における P-T-C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる請求項 31 に記載の表示システム。

【請求項 33】 前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 5 および 22 から 32 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 34】 前記第 2 材料は、電気化学的反応により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 5 および 22 から 32 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 35】 前記特定元素のイオンを前記第 2 材料から前記第 1 材料へ、

または前記第 1 材料から前記第 2 材料へ移動させるための電界を形成する 1 対の導電層を備えている請求項 5 および 22 から 34 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 36】 前記調光層および前記変換層は、前記一対の導電層の間に位置している請求項 35 に記載の表示システム。

【請求項 37】 前記調光層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する請求項 35 または 36 に記載の表示システム。

【請求項 38】 前記変換層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する請求項 35 または 36 に記載の表示システム。

【請求項 39】 前記変換層は、光透過性を有している請求項 5 および 22 から 38 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 40】 前記調光層および変換層の少なくとも一方が多層構造を有している請求項 5 および 22 から 39 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 41】 前記表示素子は、一対の基板と、前記一対の基板間に設けられた液晶層とを有する液晶表示素子である、請求項 1 から 40 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 42】 前記表示素子に対して観察者とは反対側に配置された照明装置をさらに備えている、請求項 1 から 41 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 43】 前記調光素子は、前記表示素子と前記照明装置との間に配置されている、請求項 42 に記載の表示システム。

【請求項 44】 前記調光素子は、前記表示素子の内部に設置されている請求項 1 から 42 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 45】 前記表示素子は、第 1 のカラーフィルタを含んでいる、請求項 1 から 44 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 46】 前記調光素子は、第 2 のカラーフィルタを含んでいる、請求項 1 から 45 のいずれかに記載の表示システム。

【請求項 47】 前記表示素子は、第 1 のカラーフィルタを含み、前記調光素子は、第 2 のカラーフィルタを含み、前記第 2 のカラーフィルタは、前記第 1 層に対して観察者とは反対側に配置されている、請求項 4 および 6 から 21 のい

れかに記載の表示システム。

【請求項 48】 前記表示素子は、第 1 のカラーフィルタを含み、前記調光素子は、第 2 のカラーフィルタを含み、前記第 2 のカラーフィルタは、前記調光層に対して観察者とは反対側に配置されている、請求項 5 および 22 から 39 のいずれかに記載の表示システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表示システムに関し、特に、透過光を用いた透過モードでの表示および反射光を用いた反射モードでの表示の両方が可能な表示システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、モバイル用の電子機器の表示素子として反射型の液晶表示素子が広く用いられている。反射型の液晶表示素子は、周囲光（外光）を反射することによって表示を行うので、低消費電力性に優れ、また、屋外での表示に非常に適している。

【0003】

しかしながら、携帯電話や PDA（携帯情報端末）は、屋外から屋内まで、または、昼間から夜間までと非常に広い範囲で使用されるので、反射型の液晶表示素子を用いると周囲光が弱い状況下では利用できない。そのため、周囲光の強弱にかかわらず表示を行うことができる表示素子が求められている。

【0004】

このような表示素子として、特許文献 1 には、各画素内に光を反射する領域と光を透過させる領域とが作り込まれた透過反射両用型（以下では単に「両用型」とも呼ぶ。）の液晶表示素子が提案されている。この液晶表示素子は、光を反射する領域で周囲光を用いた反射モードの表示を行い、光を透過させる領域でバックライトからの光を用いた透過モードの表示を行うので、周囲光の強弱によらず表示を行うことができる。そのため、現在では、このような両用型の液晶表示素子が携帯電話に搭載され、広く用いられている。

【0005】

【特許文献1】

特開平11-316382号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1に提案されている従来の両用型液晶表示素子では、各画素を光の利用態様が異なる2つの領域に分割するので、反射モードの表示においても透過モードの表示においても、1つの画素全体を表示に寄与させることはできない。そのため、1画素全体を表示に寄与させる従来の反射型の液晶表示素子や透過型の液晶表示素子に比べると、表示特性が十分ではない。すなわち、透過モードの表示を行う場合には、光を透過させる領域が狭く、開口率が小さいので、明るさを十分に確保することが難しいし、また、反射モードの表示を行う場合にも、光を反射する領域が狭いので、明るさを十分に確保することが難しい。また、反射モードの表示時の光透過領域や透過モードの表示時の光反射領域では液晶層のリタデーションが最適化されず、光漏れが発生して黒表示状態の輝度が高くなってしまうので、コントラスト比が低下してしまうという問題もある。

【0007】

また、近年のインターネットの普及により、モバイル用の電子機器のディスプレイで表示されるコンテンツも、簡単な文字情報だけでなく、写真、絵などの静止画像、さらには動画像とさまざまである。本願発明者が、表示されるコンテンツの種類と表示モードとの関係について検討した結果、文字情報や静止画像を表示する場合には、視認性の観点から目にやさしい反射モードの表示が好ましいことが多く、動画像を表示する場合には、華やかさや輝度を重視する観点から透過モードの表示が好ましいことが多いことがわかった。ところが、従来の両用型液晶表示素子では、表示されるコンテンツに応じて反射モードの表示と透過モードの表示とを切り替えたとしても、既に述べたようにその表示特性は十分ではない。

【0008】

さらに、表示されるコンテンツの多様化に伴い、表示素子の表示領域内に異な

る種類の情報（例えば動画像と文字情報）を同時に表示させることも多くなると予想されるものの、従来の両用型液晶表示素子では、表示領域の一部の領域で透過モードの表示を行い、他の領域で反射モードの表示を行うことはできない。

【0009】

このように、現状では、マルチシーンで十分な表示特性を示す表示素子、マルチコンテンツの表示に適した表示素子が開発されていない。

【0010】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、透過モードの表示および反射モードの表示の両方で良好な表示特性を有し、マルチシーンでの使用および／またはマルチコンテンツの表示に好適な表示システムを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明による表示システムは、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによって情報を表示する表示素子とを備えた表示システムであって、前記調光素子は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る複数の領域を有し、前記表示素子に複数種類の情報が表示されているとき、前記表示されている情報の種類に応じて前記複数の領域のそれぞれの光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替え得る。

【0012】

好ましい実施形態において、前記表示素子は、前記調光素子を透過した光を変調することによって表示を行う第1の表示領域と、前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う第2の表示領域とに互いに異なる種類の表示信号を供給する。

【0013】

好ましい実施形態において、前記表示素子は、複数の画素を有し、前記調光素子が有する前記複数の領域のそれぞれは、前記複数の画素のそれぞれに一对一で対応している。

【0014】

好ましい実施形態において、前記調光素子は、第1層および第2層を含む積層構造を備え、外部刺激に応答して前記第1層の光反射率が変化する調光素子であって、前記第1層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第2層は、前記特定元素を含有し得る第2材料を含み、前記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する。

【0015】

好ましい実施形態において、前記調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第1材料は粒子である。

【0016】

あるいは、本発明による表示システムは、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、入射光を変調することによって表示を行う表示素子とを備えた表示システムであって、前記調光素子は、第1層および第2層を含む積層構造を備え、外部刺激に応答して前記第1層の光反射率が変化する調光素子であり、前記第1層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第2層は、前記特定元素を含有し得る第2材料を含み、前記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する。

【0017】

典型的には、前記表示素子は、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う。

【0018】

好ましい実施形態において、前記元素は水素であり、前記第1材料は、水素濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る。

【0019】

好ましい実施形態において、前記第2層は、水素貯蔵材料を含んでいる。

【0020】

好ましい実施形態において、前記第1層および前記第2層の各々の水素平衡圧－組成等温線（P-T-C特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する。

【0021】

好ましい実施形態において、前記 PTC 特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記第 1 層および前記第 2 層の水素平衡圧力がほぼ同等である。

【0022】

好ましい実施形態において、前記第 2 層における PTC 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記第 1 層における PTC 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる。

【0023】

好ましい実施形態において、前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

【0024】

好ましい実施形態において、前記第 2 材料は、光の照射により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

【0025】

好ましい実施形態において、前記第 2 層は、光触媒性を有する材料を含んでいる。

【0026】

好ましい実施形態において、前記特定元素のイオンを前記第 2 材料から前記第 1 材料へ、または前記第 1 材料から前記第 2 材料へ移動させるための電界を形成する 1 対の導電層を備えている。

【0027】

好ましい実施形態において、前記第 1 および第 2 層は、前記一対の導電層の間に位置している。

【0028】

好ましい実施形態において、前記第 1 層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する。

【0029】

好ましい実施形態において、前記第 2 層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する。

【0030】

好ましい実施形態において、前記第2層は、光透過性を有している。

【0031】

好ましい実施形態において、前記第1層および第2層の少なくとも一方が多層構造を有している。

【0032】

あるいは、本発明による表示システムは、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、入射光を変調することによって表示を行う表示素子とを備えた表示システムであって、前記調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が増加する調光層を備えた調光素子であり、前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第1材料は粒子である。

【0033】

典型的には、前記表示素子は、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う。

【0034】

好ましい実施形態において、前記第1材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る。

【0035】

好ましい実施形態において、前記第1材料が前記光反射状態のとき、前記調光層は光を拡散反射する。

【0036】

好ましい実施形態において、前記粒子の直径は350nm以上であり、かつ前記調光層の厚さ以下である。

【0037】

好ましい実施形態において、前記特定元素は水素である。

【0038】

好ましい実施形態において、前記特定元素を含有し得る第2材料を含む変換層をさらに備え、前記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する。

【0039】

好ましい実施形態において、前記特定元素は水素であり、前記変換層は水素貯蔵材料を含んでいる。

【0040】

好ましい実施形態において、前記調光層および前記変換層の各々の水素平衡圧—組成等温線（P T C 特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する。

【0041】

好ましい実施形態において、前記 P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記調光層および前記変換層の水素平衡圧力がほぼ同等である。

【0042】

好ましい実施形態において、前記変換層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記調光層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる。

【0043】

好ましい実施形態において、前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

【0044】

好ましい実施形態において、前記第 2 材料は、電気化学的反應により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

【0045】

好ましい実施形態において、前記特定元素のイオンを前記第 2 材料から前記第 1 材料へ、または前記第 1 材料から前記第 2 材料へ移動させるための電界を形成する 1 対の導電層を備えている。

【0046】

好ましい実施形態において、前記調光層および前記変換層は、前記一対の導電層の間に位置している。

【0047】

好ましい実施形態において、前記調光層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する。

【0048】

好ましい実施形態において、前記変換層は導電性を有しており、前記一对の導電層の一方として機能する。

【0049】

好ましい実施形態において、前記変換層は、光透過性を有している。

【0050】

好ましい実施形態において、前記調光層および変換層の少なくとも一方が多層構造を有している。

【0051】

好ましい実施形態において、前記表示素子は、一对の基板と、前記一对の基板間に設けられた液晶層とを有する液晶表示素子である。

【0052】

好ましい実施形態において、前記表示素子に対して観察者とは反対側に配置された照明装置をさらに備えている。

【0053】

好ましい実施形態において、前記調光素子は、前記表示素子と前記照明装置との間に配置されている。

【0054】

好ましい実施形態において、前記調光素子は、前記表示素子の内部に設置されている。

【0055】

好ましい実施形態において、前記表示素子は、第1のカラーフィルタを含んでいる。

【0056】

好ましい実施形態において、前記調光素子は、第2のカラーフィルタを含んでいる。

【0057】

好ましい実施形態において、前記表示素子は、第1のカラーフィルタを含み、前記調光素子は、第2のカラーフィルタを含み、前記第2のカラーフィルタは、

前記第1層に対して観察者とは反対側に配置されている。

【0058】

好ましい実施形態において、前記表示素子は、第1のカラーフィルタを含み、前記調光素子は、第2のカラーフィルタを含み、前記第2のカラーフィルタは、前記調光層に対して観察者とは反対側に配置されている。

【0059】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

【0060】

まず、図1を参照しながら、本発明による表示システム100の基本的な構成を説明する。

【0061】

表示システム100は、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子10と、入射光を変調することによって表示を行う表示素子20とを備えている。表示システム100は、さらに、表示素子20の背面側（観察者とは反対側）に配置されたバックライト（照明装置）30を備えている。

【0062】

調光素子10は、光を反射する状態と光を透過する状態とを切り替えて呈することができる素子であり、表示素子20とバックライト30との間に配置されている。本実施形態における調光素子10は、図1に示すように、調光層1および変換層2を含む積層構造を備え、調光層1の光反射率が電氣的刺激に応答して変化する。この調光素子10は、さらに、調光層1および変換層2を挟みこむ一対の電極3aおよび3bを備えている。調光素子10のより具体的な構成および動作原理は後述する。

【0063】

表示素子20は、その前面側から入射する光と背面側から入射する光の両方を変調することができ、調光素子10を透過した光および／または調光素子10によって反射された光を変調することによって情報を表示する。表示素子20は、

例えば、一对の基板と、これらの基板間に設けられた液晶層とを有する液晶表示素子であり、一对の基板の液晶層側の表面に設けられた透明電極に電圧を印加することによって液晶層の配向状態を制御し、そのことによって液晶層を通過する光の変調を行う。なお、表示素子 20 としては液晶表示素子に限定されず、前面側および背面側から入射する光を変調することができる表示素子であればどのようなものでも用いることができる。

【0064】

図1の左側に示すように、調光素子 10 を光透過状態とし、バックライト 30 を点灯させる（オン状態とする）と、照明装置 30 からの光が調光素子 10 を透過して表示素子 20 に入射するので、表示素子 20 でこの入射光を変調することによって、表示システム 100 は透過モードの表示を行うことができる。

【0065】

これに対して、図1の右側に示すように、調光素子 10 を光反射状態とすると、表示素子 20 に前面側から入射した光が、表示素子 20 を通過した後に調光素子 10 で反射され、再び表示素子 20 を通過するので、この過程で光を変調することによって、表示システム 100 は反射モードの表示を行うことができる。このとき、調光素子 10 の光反射状態への切り替えに同期してバックライト 30 を消灯させて（オフ状態として）もよいし、点灯させたまま（オン状態のまま）でもよい。バックライト 30 が点灯したままであっても、照明装置 30 からの光は調光素子 10 で反射されるので、表示素子 20 にはほとんど入射しない。

【0066】

このように、表示システム 100 は、反射モードの表示と透過モードの表示とを切り替えて行うことができ、表示素子 20 を反射型の表示素子としても透過型の表示素子としても機能させることができる。表示素子 20 が有する複数の画素のそれぞれは、光を反射する領域と光を透過させる領域とに分割されている必要はないので、表示システム 100 では、反射モードの表示においても透過モードの表示においても 1 つの画素の全体を表示に寄与させることができる。従って、特許文献 1 に開示されているような従来の透過反射両用型の液晶表示装置と比べると、反射モードおよび透過モードの両方で明るく、コントラスト比の高い表示

を実現することができる。そのため、本発明による表示システム100は、様々な状況下すなわちマルチシーンで好適に使用することができる。

【0067】

調光素子10は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る複数の領域（「調光領域」と称する。）を有していることが好ましく、表示素子20に複数種類の情報が表示されているときには、これらの情報の種類に応じて各調光領域の光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替え得ることが好ましい。このような構成を有していることによって、表示素子10に異なる種類のコンテンツが表示されている場合に、図2に示すように、コンテンツの種類に応じて最適な視認性のモードで表示を行うことができるので、表示システム100をマルチコンテンツの表示に好適に用いることができる。なお、図2では、文字情報が表示される領域で反射モードの表示を行い、動画情報や静止画情報が表示される領域で透過モードの表示を行う場合を例示したが、コンテンツと表示モードとの対応関係はこれに限定されるわけではない。例えば、目へのやさしさの観点から、静止画情報が表示される領域で反射モードの表示を行ってもよい。

【0068】

本実施形態における調光素子10の場合、例えば、調光層1および変換層2を挟みこむ電極3a、3bを所定の形状にパターンニングすることによって、調光層1の複数の部位に電氣的刺激をそれぞれ独立に与えることが可能となり、複数の調光領域を設けることができる。

【0069】

調光領域の数や大きさ、配置などは、表示システム100の用途などに応じて適宜決定すればよい。

【0070】

例えば、図3に示すように、調光素子10を比較的大まかに分割しておき、調光領域10rの大きさに対して、表示領域20rで表示されるコンテンツの大きさ（表示される領域の大きさ）を合わせこんでもよい。

【0071】

また、図4に示すように、調光素子10を表示素子20の画素とほぼ同程度の

大きさに分割しておき、表示領域 20 r で表示されるコンテンツの大きさに合わせて、各調光領域 10 r の光透過状態と光反射状態とを任意に切り替えてもよい。

【0072】

図 4 では、表示素子 20 の画素ピッチとほぼ同じピッチでストライプ状にパターンニングされた電極 3 a および 3 b の交点に調光領域 10 r が規定されており、各調光領域 10 r は表示素子 20 の各画素に一对一で対応している。まず、表示すべきコンテンツ情報を表示信号変換コントローラ 21 で表示用の信号に変換し、次に、表示素子 20 を駆動する表示素子駆動回路（表示素子ドライバ）22 に信号を送る際に、同期させた信号を調光素子 10 を駆動する調光素子駆動回路（調光素子ドライバ）12 にも送り込むことによって、表示素子 20 で表示されるコンテンツの種類に応じて調光素子 10 の各調光領域の光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替えることができる。

【0073】

なお、文字情報や静止画情報を表示する場合には、視認性の観点から目にやさしい反射モードの表示が好ましいことが多く、動画情報を表示する場合には、華やかさや輝度を重視する観点から透過モードの表示が好ましいことが多いが、観察者によって視認性の違いや映像に関する嗜好の違いが存在するので、表示モードを手動で切り替えられるようにしておくことがさらに好ましい。

【0074】

（調光素子）

以下、本実施形態における調光素子 10 の構成および動作原理を説明するが、それに先立って、従来調光ミラーとして提案されている技術を説明する。

【0075】

イットリウム（Y）やランタン（La）などの金属薄膜が水素と結合することにより、可視光を透過し得る水素化物に変化する現象が米国特許第 5635729 号明細書や H u i b e r t ら（ネイチャー、1996 年 3 月、第 380 巻、p. 231-234）によって報告されている。この現象は可逆的であるため、雰囲気中の水素圧力を調節することにより、薄膜を金属光沢状態と透明状態との間

で変化させることが可能である。

【0076】

上記薄膜の光学特性を変化させ、金属光沢を示す状態と透明な状態とを切り替えることができれば、光の反射率／透過率を自由に調節できる調光ミラーを実現することができる。調光ミラーを例えば建物や自動車の窓ガラスとして使用すれば、太陽光を必要に応じて遮断（反射）し、または透過させることができる。

【0077】

このような調光ミラーは、例えば、イットリウム薄膜の上にパラジウム層を形成した構造を有している。パラジウムは、イットリウム薄膜の表面酸化を防止する機能と、雰囲気中の水素分子を効率的に水素原子に変化させ、イットリウムに供給する機能とを有している。イットリウムが水素原子と化学的に結合すると、 YH_2 または YH_3 が形成される。 YH_2 は金属であるが、 YH_3 は半導体であり、その禁制帯幅が可視光のエネルギーよりも大きいため、透明である。

【0078】

また、室温においても $YH_2 \rightleftharpoons YH_3$ の状態変化が迅速（数秒程度）で生じるため、雰囲気中の水素含有量に応じて反射（金属光沢）状態と透明状態との間でスイッチングを行うことが可能である。

【0079】

このように金属光沢 \rightleftharpoons 透明の遷移が可能な他の材料として、例えば、 Mg_2Ni 薄膜が応用物理学会講演会 2001 春 31-a-ZS-14 に開示されている。

【0080】

上記の従来技術によれば、薄膜の光学的状態を変化させることができるものの、これらに記載されている構成を用いて調光素子を実用化することは難しい。1 つには、薄膜を水素雰囲気へ暴露することが必要である。具体的には、薄膜と接する雰囲気ガス中の水素量（水素分圧）を制御することが必要になる。このため、上記従来の構成を用いて調光素子を実用化することは難しい。

【0081】

以下、本実施形態における調光素子 10 を説明する。

【0082】

まず、調光素子10の基本的な構成を図5を参照しながら説明する。調光素子10は、図5に示すように、調光層M1および変換層M2を含む積層構造を備え、調光層M1の光反射率が外部刺激に応答して変化する。

【0083】

調光層M1は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料を含んでいる。調光材料の好ましい例は、前述したY、La、Mg₂Ni合金であり、Y、La、Mg₂Ni合金などの材料は、水素濃度に応じて金属-半導体（または絶縁体）状態間の遷移を行う。

【0084】

変換層M2は、水素などの特定元素を含有し得る材料（本明細書では「変換材料」と称する。）を含んでいる。変換材料は、電荷（電子や正孔）の注入／放出または光照射などの外部刺激に応じて、上記の特定元素（例えば水素）を放出または吸収する。

【0085】

以下、電荷の注入／放出により、水素イオンが変換層M2から調光層M1へ、あるいは調光層M1から変換層M2へ移動するメカニズムを説明する。このメカニズムの特徴点は、調光層M1の光学的特性を変化させる特定元素（水素）のイオンを、電気化学的な反応によってではなく、電荷の移動を媒介として移動させる点にある。

【0086】

まず、図5を参照する。図5に示されている調光層M1および変換層M2は、いずれも、水素を吸収／放出する能力を有するとともに、電荷（電子または正孔）およびイオンを移動させることができる電気伝導性を有している。

【0087】

次に、図6（a）を参照する。図6（a）は、図5の構造に含まれる調光層M1および変換層M2の初期状態を示している。この初期状態では、水素を実質的に貯蔵していない調光層M1と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層M2との間で平衡状態が形成されている。調光層M1には十分な濃度の水素が存在していない

ため、調光層M1は金属状態にあり、金属光沢を示している。

【0088】

次に、図6(b)に示すように、調光層M1の側に負電位を与えるとともに、変換層M2の側に正電位を与える。このとき、調光層M1には負の電極（不図示）から電子が注入され、調光層M1は電子リッチな状態となる。一方、変換層M2には正孔が注入される（電子が引き抜かれる）。変換層M2に注入された正孔は、変換層M2の内部を調光層M1に向かって移動してゆく。このような正孔の移動過程で、更に継続して変換層M2に正孔が注入されると、変換層M2は正孔リッチな状態となる。このため、変換層M2では、水素イオンを放出しやすい状態となる一方、調光層M1では、変換層M2から水素イオンを受け取り、保持する量が増える。

【0089】

このため、調光層M1と変換層M2との間で成立していた水素の平衡状態が崩れ、調光層M1が水素をより多く保持しやすい状態となり、変換層M2から放出された水素イオンが調光層M1に移動することになる。こうして、図6(c)に示すように、新しい平衡状態が形成される。この状態では、調光層M1に移動した水素と調光材料とが結合して、調光層M1が透明になる。

【0090】

以上の反応を記述すると、 $M1 + M2(H) \rightarrow M1(H) + M2$ となる。ここで、 $M1(H)$ および $M2(H)$ は、それぞれ、調光層M1に水素が保持されている状態、および変換層M2に水素が保持されている状態を示している。

【0091】

以上の説明から明らかなように、調光層M1と変換層M2の間では水素イオンの受け渡しが行なわれるだけで、他のイオンの関与する反応は生じていない。また、図6(c)の状態で印加電圧の極性を反転すると、逆方向に反応が進行するため、図6(a)に示す元の平衡状態に復帰する。

【0092】

このように本発明によれば、電荷（電子や正孔）の移動によって水素の平衡状態を変化させることにより、水素を駆動することができるため、水素イオン以外

他のイオンを反応に関与させる必要がない。このため、複数種のイオンが関与する電気化学的な反応に比べて応答速度が高くなる。また、電気化学的な反応が生じないため、正極側で水素ガスが発生する可能性も低く、電子素子としての安定した動作が可能になる。

【0093】

以下、調光素子 10 のより具体的な構成を説明する。

【0094】

図 7 に示す調光素子 10 は、調光層 1 および変換層 2 を含む積層構造を備え、調光層 1 の光反射率（光学的特性）が電氣的刺激に応答して変化する。この調光素子は、調光層 1 および変換層 2 を挟みこむ一対の電極 3 a、3 b と、積層構造を支持する基板 4 とを備えている。一対の電極 3 a、3 b には、外部から適切な電圧が印加され得るが、適宜、電極 3 a と電極 3 b とを単純に短絡させることも可能である。

【0095】

なお、基板 4 に対する変換層 2 および調光層 1 の積層順序は、図示されているものに限定されず、基板 4 に近い側に変換層 2 を配置し、その上に調光層 1 を形成してもよい。

【0096】

本実施形態における調光層 1 は、水素濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料（例えばイットリウム）を含んでいる。調光層 1 の全体または一部が 1 層または多層の調光材料から形成されてもよいし、あるいは、他の材料からなる膜中に調光材料の粒子が分散または連結した状態で存在していても良い。

【0097】

変換層 2 は、水素を含有し得る変換材料を含んでいる。この変換材料は電極 3 a との間で電子の授受を行うことにより、水素のイオン (H^+) を放出／吸収を行うことができる。

【0098】

図示する例では、電極 3 a に正の電位を与え、電極 3 b に負の電位を与えると、あらかじめ充分な量の水素を含有している変換層 2 の調光材料から水素イオン

が放出される。放出された水素イオンは、積層構造中に形成された電界中を移動し、調光層 1 に達した後、調光材料にドーピングされる。このような水素の放出および移動のメカニズムは、前述したとおりである。調光層 1 における調光材料は、水素と結合することにより、水素金属化合物を形成する。この結果、当初は金属状態にあった調光材料は、可視光を透過する半導体または絶縁体に変化する。

【0099】

調光層 1 は、蒸着法、スパッタ法などによって作製され得る。金属光沢を示すミラーとして調光層 1 を機能させる場合には、できる限り平坦性に優れた膜から調光層 1 を形成することが好ましい。

【0100】

変換層 2 に含まれる変換材料は、定常状態で水素の原子またはイオンを貯蔵し保持することができ、外部刺激に応じて、水素貯蔵量（保持量）を変化させる。このような水素を貯蔵できる材料としては、 LaNi_5 、 MnNi_5 、 CaNi_5 、 $\text{TiMn}_{1.5}$ 、 $\text{ZrMn}_{1.5}$ 、 ZrMn_2 、 TiNi 、 TiFe 、 Mg_2Ni などの合金を用いることができる。また、カーボンナノチューブ（CNT）を用いることもできる。

【0101】

変換層 2 は、水素貯蔵材料のほかに電気導電性材料を含んでもよい。電気導電性材料が変換層 2 に含まれていると、調光層 1 との間で水素イオンのやり取りを迅速に行うことができる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子や電荷移動錯体を用いることができる。また、変換層 2 には、上記の水素貯蔵材料や電気伝導性材料以外とは別に必要に応じてバインダ樹脂などの結合材料を加えても良い。なお、一方の電極から注入された電荷がそのまま他方の電極に移動してしまうことを確実に抑制するため、調光層と変換層との間にセパレータ層を挿入してもよい。セパレータ層の材料としては、イオンの移動が可能でありながら電荷の移動は生じにくい材料を選択することが望ましい。例えば、イオン交換体、多孔質絶縁物、イオン導電性高分子材料などを用いることができる。このような材料からなるセパレータ層を配置すれば、電極から注入さ

れた電荷が反対の電極に突き抜けることが確実に防止されるため、調光層と変換層との間における電荷の移動効率を高めることができる。

【0102】

変換層 2 が複数の材料の混合物から形成される場合、これらの材料を溶媒に溶解させた溶液を用意し、スピコート法や印刷法によって塗布すれば、変換層 2 を用意に形成することができる。このような変換層 2 の形成は、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いて行ってもよい。

【0103】

以上説明したように、本実施形態によれば、電極 3 a、3 b に電圧を印加することにより、変換層 2 の内部で電荷およびイオンの授受が行われる結果、前述したメカニズムにより、変換層 2 と調光層 1 との間で水素の移動を引き起こすことができる。このため、例えば、初期状態で水素がドーピングされていない調光層 1 と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層 2 とを用い、図 5 に示すような電圧を印加すると、水素イオンが正極側から負極側に移動して、調光層 1 にドーピングされる。すなわち、正極側では水素放出反応が進行し、負極側では水素と金属との結合反応が進行して、水素金属化合物が形成される。これに対して、逆方向の電圧を印加すると、逆方向に水素の移動が生じるため、印加電圧の極性を交替することにより、調光層 1 の光学的状態を金属光沢—透明の間で可逆的に切り替えることができる。

【0104】

変換層 2 に貯蔵された水素の移動だけを考えると、電極 3 a と電極 3 b とを積層構造の外部で短絡させてもよい。このような短絡は、二次電池における放電と同様の現象であり、積層構造の内部状態を初期状態に復帰させることができる。

【0105】

変換層 2 と調光層 1 が水素を保持する能力を持つため、電圧の印加を行わないとき（外部の回路を開放しているとき）、水素の移動が生じず、調光層 1 の光学的状態が保持される（調光層のメモリ機能）。このため、水素保持能力に優れた材料を選択すれば、電力を消費することなく調光状態を長期間保持することができる。

【0106】

上記の例とは逆に、あらかじめ水素をドーピングした調光層 1 と、水素を貯蔵していない状態の変換層 2 とを用いてもよい。その場合は、調光層 1 に正電位を、変換層 2 に負電位を与えることにより、調光層 1 から変換層 2 に水素を移動させ、それによって調光層 1 における調光材料の光学的状態を変化させても良い。

【0107】

本実施形態では、水素のドーピング量によって調光材料の光反射率／光透過率を制御することができるため、電極に印加する電圧や印加時間（デューティ比など）を調節することにより、調光層 1 の光反射率／光透過率を制御することができる。水素保持能力に基づくメモリー性を利用すれば、適切な光反射率／光透過率を保持することも容易である。

【0108】

このような水素の貯蔵／放出を適切に制御する際には、水素平衡圧－組成等温線（以下、「P T C 特性曲線」と称する。）に注目する必要がある。P T C 特性曲線は、図 8 に示すように、水素の貯蔵量と水素平衡圧力との関係を示す。図 8 のグラフでは、横軸が水素貯蔵量を示し、縦軸が水素平衡圧力を示している。

【0109】

P T C 特性曲線が横軸に対して概平行な部分（以下、「プラトー領域」と称する。）では、一定の平衡圧力内のもとで水素の貯蔵量が増減するため、水素平衡圧力を一定にした状態で水素の吸収／放出を可逆的に行うことができる。このため、本実施形態の調光素子は、P T C 特性曲線のプラトー領域でスイッチング動作を行う。

【0110】

変換層 2 および調光層 1 は略同様の P T C 特性を示すことが望ましい。より具体的には、図 8 に示すように、変換層 2 および調光層 1 の P T C 特性曲線におけるプラトー領域の「水素貯蔵量」の範囲が重なり合い、かつ、「水素平衡圧力」のレベルがほぼ等しいことが望ましい。同等の水素平衡圧力を示すことによって、調光層 1 および変換層 2 の間で水素の授受をスムーズに行うことができる。調光層 1 および変換層 2 の間で、水素平衡圧力差が大きくなると、それぞれの層で

水素の吸放出が生じて、2つの層の間で水素のやりとりを行うことができなくなってしまうからである。

【0111】

また、変換層2におけるPTC特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）は、調光層1におけるPTC特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）を含む大きさを有していることが更に好ましい。本実施形態の調光素子では、調光層1の水素ドーピング量によって調光層1の光透過率を制御するため、変換層2における水素貯蔵量の変化の幅が調光層1の状態変化に必要な水素ドーピング量の変化の幅よりも少ないと、調光層1の光学的状態を充分に変化させることができなくなるからである。

【0112】

再び、図7を参照する。図7に示す調光素子10は、金属反射状態と透明状態との間でスイッチングを行うので、素子全体として透明度が高いことが好ましい。透明度の高い状態を形成するには、基板4および電極3a、3bだけではなく、変換層2を可視光域の全範囲で透過率の高い（吸収の無い）材料から形成する必要がある。しかし、水素貯蔵材料などの変換材料は、金属または着色した材料である場合が多く、このような変換材料の層から透明性の高い変換層2を形成することは難しいことがある。このため、変換材料の微粒子を透明な材料と混合することによって変換層2を形成することが好ましい。具体的には、光の波長以下の粒径を持つナノ粒子を変換材料から形成し、このナノ粒子を透明性に優れたバインダ樹脂で結合することができる。このようにして作製される変換層2は、透明性および水素貯蔵能力の両方を発揮することができるだけでなく、変換材料がナノ粒子化することにより、その表面積が増加するため、水素の吸放出効率も上昇することも期待される。変換材料による水素の吸放出効率が上昇すると、調光動作の応答速度が向上するので好ましい。超微粒子状態の変換材料としては、カーボン系材料（CNT、フラーレンなど）やカリウム-黒鉛層間化合物などを用いることもできる。

【0113】

調光層1と変換層2との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光

層 1 と変換層 2 との間に導電性高分子材料 P 1 (電子、正孔両電荷を輸送できる材料) の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜を配置する代わりに、電解質膜を配置しても良い。電解質膜を配置すると、水素イオンの移動が電解質を介して起こりやすいので、特性を向上させることも可能である。導電性高分子材料 P 1 は、導電性を付与するためのイオンがドーピングされているため、電解質膜としての機能も併せ持っている。導電性高分子材料 P 1、及びバイнда樹脂としてアクリル系樹脂で屈折率がガラスとほぼ同等のものをブレンドしたものをを用いることができる。

【0114】

なお、調光素子は、上述したものに限定されず、種々の改変が可能である。以下、図 9～図 13 を参照しながら、他の調光素子 10A～10D を説明する。

【0115】

図 9 および図 10 に示す調光素子 10A は、金属拡散反射 (白) 状態と光透過状態の間でスイッチングを行うことが可能である。

【0116】

調光素子 10A は、図 10 に示すように、凹凸を有する基板 4 上に、電極 3a、変換層 2、調光層 1、および電極 3b が、この順序で積層された構造を有している。拡散反射を行うため、調光層 1 の表面に微細な凸部および／または凹部が存在している。

【0117】

図 9 を参照しながら、図 10 の調光素子 10A の動作を説明する。

【0118】

図 9 では、簡単化のため、電極 3a、3b の記載は省略している。調光層 1 の表面に微細な凸部が存在しているため、図 9 (a) に示すように調光層 1 が金属反射状態にあるとき、光を拡散反射することができる。一方、図 7 (b) に示すように調光層 1 が透明状態にあるときは、下層に位置する変換層 2 が光を吸収する。

【0119】

図 9 に示す例では、基板の表面が微細な凸部を有しているため、変換層 2 およ

び調光層 1 の全体の平坦性が基板の凹凸を反映した形状を有している。言い換えると、調光層 1 の上面（光反射側の面）だけではなく、底面も下地の凹凸を反映した形状を有している。しかし、下地である変換層 2 は凹凸構造を有している必要性は無いため、基板表面および変換層 2 は平坦に形成した上で、調光層 1 の上面のみに微細な凹部および／また凸部を形成するようにしてもよい。

【0120】

このように、調光素子 10A によれば、調光層 1 が金属反射状態にあるとき、反射光は散乱して白色として認識されるため、調光層 1 の表面は白色に見える。

【0121】

調光素子 10A は、表面に凹凸を形成した基板 4 を用いていることを除けば、調光素子 10 と同様の構成を有し得る。例えば、変換層 2 としては、水素貯蔵材料であるカリウム－黒鉛層間化合物、導電性高分子材料 P1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）、及びバインダ樹脂としてアクリル系樹脂をブレンドしたものを好適に用いることができる。

【0122】

次に、図 11 を参照しながら、他の調光素子 10B を説明する。

【0123】

調光素子 10B では、図 11 に示すように、調光層 1 それ自体が電極の一方を兼ねている。調光層 1 は、基本的に金属薄膜であるので電極として機能しえる。電極を調光層 1 が兼ねることにより、電極を形成する工程がひとつ簡略化されるため、調光素子の製造工程数を低減することができる。

【0124】

なお、図 11 の調光素子 10B は、透明－金属反射型調光素子であるが、上述した他のタイプの調光素子であっても、調光層 1 で電極を兼ねることができる。

【0125】

続いて、図 12 を参照しながら、他の調光素子 10C を説明する。

【0126】

調光素子 10C は、変換層が第 1 変換層 2a と第 2 変換層 2b の複数層に分離された構成を有している。本実施形態の調光素子では、水素などの特定元素を調

光層 1 にドーピングすることによって調光層 1 の状態を変化させるため、2 つの変換層 2 a、2 b で調光層 1 を挟み込む構成を採用すれば、効率的なドーピングが可能となり、調光に必要な状態変化の速度が向上する。調光層 1 は、電極として機能し得るため、図 12 の例では、調光層 1 を電極として用いている。

【0127】

図 12 の例では、水素の吸放出を行う部分が第 1 変換層 2 a、調光層 1、および第 2 変換層 2 b の 3 層構造を有しているが、更に多層化することも可能である。調光層 1 が単層であれば、調光の程度が不十分な場合でも、調光層 1 の層数を増加させることにより、調光の程度を十分に大きくすることが可能になる。

【0128】

次に、図 13 を参照しながら、他の調光素子 10 D を説明する。

【0129】

調光素子 10 D では、変換層 2 の機能分離を行うため、変換層 2 が多層構造を付与されている。前述のように、変換層 2 の機能は水素を貯蔵し、また、電荷の注入／放出に応じて水素を放出／再貯蔵することである。これらの機能を 1 つの材料で実行するよりも、機能ごとに異なる材料を選択し、それぞれの材料からなる層を重ねるほうが容易である。すなわち、変換層を、電荷またはイオンのやりとりを行うための電荷輸送材料または電解質材料から形成した第 1 変換層 2 a と、水素貯蔵の機能を持つ材料から形成した第 2 変換層 2 b とに分離することにより、効率のよい水素移動を行うことができる。

【0130】

ここでは、導電性高分子材料 P 1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）と、屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂を混合して形成した電荷・イオン交換層を第 1 変換層 2 a として用いている。また、AB5 型 Mm 水素貯蔵合金である Ni 合金の超微粒子（分散中心半径 10 nm）を屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂と混合したブレンド樹脂を用いて第 2 変換層 2 b として機能させている。

【0131】

以下、本発明による表示システムの具体的な実施形態を説明する。

【0132】**(実施形態1)**

図14を参照しながら、本発明による表示システムの第1の実施形態を説明する。

【0133】

本実施形態における表示システム100Aは、図14に示すように、液晶表示素子20と、液晶表示素子20の背面側（観察者とは反対側）に配置されたバックライト（照明装置）30と、液晶表示素子20とバックライト30との間に配置された調光素子10とを備えている。典型的には、液晶表示素子20および調光素子10を挟みこむように、一对の偏光板40a、40bが設けられている。

【0134】

液晶表示素子20は、一对の基板21および22と、これらの間に設けられた液晶層23とを備えている。一对の基板21および22の液晶層23側の表面には、液晶層23に電圧を印加するための電極24、25と、液晶層23の液晶分子を配向させる配向膜26、27とが設けられており、背面側の基板21は、スイッチング素子としての薄膜トランジスタ28を画素ごとに備えたアクティブマトリクス基板である。

【0135】

液晶表示素子20は、一般的な透過型の液晶表示素子とほぼ同様の構成を有しており、ほぼ同様にして作製することができる。ただし、背面側に調光素子10が配置されるので、光の透過性の確保および視差の低減の観点から、背面側の基板21はできるだけ薄いことが好ましい。本実施形態では、背面側の基板21としてガラス基板を用い、液晶表示素子20をその外周をしっかりと封止した後にガラスエッチャント内に入れることによって、基板21の厚さを0.2mmとする。

【0136】

本実施形態における調光素子10は、調光層1および変換層2を含む積層構造を備え、調光層1の光反射率（光学的特性）が電氣的刺激に応答して変化する。この調光素子10は、調光層1および変換層2を挟みこむ一对の電極3a、3b

と、積層構造を支持する基板 4 とをさらに備えている。ここでは、調光素子 10 を以下のようにして作製する。

【0137】

まず、基板 4 としてガラス基板を用意し、その表面にスパッタ法により ITO からなる厚さ 150 nm の透明導電膜を形成する。なお、基板 4 としてプラスチック基板を用いてもよい。続いて、この透明導電膜を液晶表示素子 20 の画素ピッチとほぼ同じピッチでストライプ状にパターンニングすることによって電極 3b を形成する。

【0138】

次に、AB5 型 Mm 水素貯蔵合金である Ni 合金の超微粒子（分散中心半径 10 nm）、導電性高分子材料 P1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）及びバインダ樹脂としてアクリル系樹脂で屈折率がガラスとほぼ同等のものをブレンドしたものをを用いて電極 3b 上に変換層 2 を形成する。このブレンド樹脂は溶液化できるのでスピコート法を用いて変換層 2 を厚さ 500 nm 程度となるように形成する。なお、水素貯蔵合金についてはあらかじめ水素を貯蔵させておいたものを用いる。

【0139】

続いて、変換層 2 上にイットリウム（Y）を蒸着することによって、厚さ 50 nm の調光層 1 を形成する。その後、調光層 1 上にスパッタ法により ITO からなる透明導電膜を形成し、この透明導電膜を液晶表示素子 20 の画素ピッチとほぼ同じピッチで電極 3b と直交するようなストライプ状にパターンニングすることによって電極 3a を形成する。ストライプ状の電極 3a と電極 3b との交点ごとに調光領域が規定され、各調光領域は、液晶表示素子 20 の各画素に対応することになる。

【0140】

このようにして作製された調光素子 10 と液晶表示素子 20 とを、調光領域と画素とが重なるように互いに重ね合わせ、これらを偏光板 40a、40b で挟みこみ、さらに、調光素子 10 の背面側にバックライト 30 を配置することによって表示システム 100A が得られる。なお、バックライト 30 としては、一般的

な透過型の液晶表示装置に用いられる照明装置を用いることができる。

【0141】

表示システム100Aは、調光素子10の光透過状態と光反射状態とを電圧印加により切り替えることができ、液晶表示素子20を反射型の液晶表示素子としても透過型の液晶表示素子としても機能させることができる。そのため、周囲光の強度に応じ最適な表示モードを選択することができる。さらに、表示システム100Aでは、表示モードの切り替えを調光素子10のスイッチングにより行うので、液晶表示素子20が有する複数の画素のそれぞれは、光を反射する領域と光を透過させる領域とに分割されている必要がなく、反射モードの表示においても透過モードの表示においても1つの画素の全体を表示に寄与させることができる。そのため、従来の透過反射両用型の液晶表示装置に比べると、反射モードおよび透過モードの両方で明るく、コントラスト比の高い表示を実現することができる。従って、表示システム100Aは、様々な状況下すなわちマルチシーンで好適に使用することができる。

【0142】

また、本実施形態では、電極3a、3bが所定の形状にパターンニングされており、調光素子10は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る複数の調光領域を有しているので、液晶表示素子20に複数種類の情報が表示されているときには、これらの情報の種類に応じて各調光領域の光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替えることが可能である。そのため、表示システム100Aはマルチコンテンツの表示に適している。

【0143】

なお、用いる表示素子によっては、反射モードでの表示と透過モードでの表示とで異なる制御が必要な場合がある。そのため、表示素子は、調光素子10を透過した光を変調することによって表示を行う表示領域と、調光素子10によって反射された光を変調することによって表示を行う表示領域とに、互いに異なる種類の表示信号を供給し得ることが好ましい。

【0144】

例えば、液晶表示素子20の場合、反射モードでは光が液晶層23を2回通過

するのに対して、透過モードでは光は液晶層 23 を 1 回しか通過しない。そのため、反射モードで表示を行う画素と透過モードで表示を行う画素とでは、同じ階調を出す場合であってもダイナミックレンジが異なり、画素に供給すべき電気信号の大きさも異なる。一般的には、反射モードの方が少ない制御幅で光の特性変化を大きくすることができると考えられる。

【0145】

従って、液晶表示素子 20 を制御するドライバに入力する信号を、反射モード用および透過モード用の 2 種類用意しておき、調光素子 10 の各調光領域のスイッチングに応じて、液晶表示素子 20 の各画素に反射モード用の表示信号と透過モード用の表示信号とを選択的に供給することによって、液晶表示素子 20 の各画素で表示モードに最適な表示を行うことができ、より視認性の高い表示を行なうことができる。

【0146】

(実施形態 2)

図 15 を参照しながら、本発明による表示システムの第 2 の実施形態を説明する。

【0147】

本実施形態における表示システム 100B は、調光素子 10 が液晶表示素子 20 の内部に設置されている点において、図 14 に示した表示システム 100A と異なっている。

【0148】

表示システム 100B では、図 15 に示すように、調光素子 10 が液晶表示素子 20 内に作り込まれている。より具体的には、背面側のアクティブマトリクス基板を製造する際に、調光素子 10 を作製する工程を導入することによって、基板 21 上に調光素子 10 を設ける。

【0149】

例えば、基板 21 上に TFT 28 を形成した後に、各画素に調光素子 10 を作り込む。調光素子 10 は、実施形態 1 と同様にして作製することができる。調光素子 10 を作製した後に、TFT 28 や調光素子 10 を覆うように平坦化膜（オ

ーバーコート層) 29を形成し、続いて、この平坦化膜29上に形成された画素電極24とTFT28とをスルーホール29aを介して電氣的に接続することによってアクティブマトリクス基板が完成する。その後は、一般的な液晶表示素子の製造工程と同様に、アクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせ、液晶層23となる液晶材料を注入することによって、調光素子10が内部に設置された液晶表示素子20が完成する。

【0150】

本実施形態における表示システム100Bも、調光素子10の光反射状態と光透過状態とを切り替えることによって反射モードと透過モードの両方の表示を行うことができるので、図14に示した表示システム100Aと同様に、マルチシーンでの使用およびマルチコンテンツの表示に好適に用いられる。

【0151】

本実施形態によれば、さらに、調光素子10が液晶表示素子20の内部に設置されているので、表示システム全体として薄型化、軽量化を図ることができる。また、調光素子10が液晶表示素子20の内部に設置されていることにより、視差を低減することができるので、表示品位をより向上することができる。図15に示す例では、調光素子10と液晶表示素子20との間に基板21を介さないのので、その分視差が低減される。

【0152】

(実施形態3)

図16、図17および図18を参照しながら、本発明による表示システムの第3の実施形態を説明する。

【0153】

本実施形態における表示システム100C、100D、100Eは、いずれもカラーフィルタを備えており、カラー表示を行うことができる。表示システム100C、100D、100Eの調光素子10や液晶表示素子20としては、図14、図15に示した表示システム100A、100Bと同様のものを用いることができる。

【0154】

図16に示す表示システム100Cでは、液晶表示素子20がカラーフィルタ50を含んでいる。具体的には、カラーフィルタ50は、前面側の基板22の液晶層23側の表面に形成されている。

【0155】

これに対して、図17に示す表示システム100Dでは、調光素子10がカラーフィルタ50を含んでおり、具体的には、カラーフィルタ50は、前面側の電極3a上に形成されている。

【0156】

また、図18に示す表示システム100Eでは、液晶表示素子20および調光素子10の両方がカラーフィルタ50を含んでおり、カラーフィルタ50は、液晶表示素子20の前面側の基板21上と、調光素子10の前面側の電極3a上に形成されている。

【0157】

上述した表示システム100C、100Dおよび100Eは、それぞれカラーフィルタの配置が異なっているが、いずれもカラー表示を行うことができる。図18に示した表示システム100Eは、調光素子10と液晶表示素子20の両方がカラーフィルタ50を備えているので、カラーフィルタによる着色効果が大きく、色純度の高い表示を行うことができる。

【0158】

(実施形態4)

図19を参照しながら、本発明による表示システムの第4の実施形態を説明する。

【0159】

本実施形態における表示システム100Fは、液晶表示素子20および調光素子10の両方がカラーフィルタを含んでいる。ただし、図18に示した表示システム100Eでは前面側の電極3a上にカラーフィルタ50が形成されているのに対して、本実施形態では、調光素子10の変換層2'がカラーフィルタとしても機能し、このカラーフィルタとして機能する変換層2'は、調光層1に対して観察者とは反対側に配置されている。

【0160】

カラーフィルタとしても機能する変換層 2' は、例えば、実施形態 1 で述べた透明な変換層の中に、RGB それぞれの着色顔料を混入することによって形成することができる。RGB それぞれの着色顔料が混入された変換層材料は溶液化できるので、インクジェット法を用い、画素パターンに応じて変換層 2' を形成することができる。勿論、インクジェット法に限定されず、スクリーン印刷法やロール印刷法を用いて形成してもよい。

【0161】

本実施形態によれば、液晶表示素子 20 にカラーフィルタ 50 が設けられている一方で、調光層 1 の背面側の変換層 2' もカラーフィルタとして機能する。そのため、図 19 に示すように、光は、透過モードで表示を行う際にカラーフィルタを 2 回（カラーフィルタ 50 と変換層 2' とを一回ずつ）通過し、反射モードで表示を行う際にもカラーフィルタを 2 回（カラーフィルタ 50 を 2 回）通過する。つまり、反射モードと透過モードとで光がカラーフィルタを通過する回数が同じである。そのため、反射モードの表示と透過モードの表示とで色味を近くすることができ、表示品位をより向上することができる。

【0162】

これに対して、図 16、図 17、図 18 に示した表示システム 100C、100D、100E では、反射モードと透過モードとで光がカラーフィルタを通過する回数が異なっており、光がカラーフィルタを通過する回数は、反射モードでは透過モードの 2 倍となる。そのため、カラーフィルタの色を透過モードで色味が最適になるように設定すると、反射モードでは表示が暗くなってしまう。また、逆に、カラーフィルタの色を反射モードで色味が最適になるように設定すると、透過モードでは色が薄くなってしまう。

【0163】

表示システム 100F では、反射モードの表示時には光は液晶表示素子 20 のカラーフィルタ 50 のみを 2 回通過する。そのため、カラーフィルタ 50 の色を調節することで反射モードでの色味を最適化できる。また、透過モードの表示時には光は液晶表示素子 20 のカラーフィルタ 50 と調光素子 10 のカラーフィル

タ（変換層 2'）とを 1 回ずつ通過する。そのため、カラーフィルタ 50 を反射モードで色味が最適になるように設定した上で、変換層 2' の色を調節することで、透過モードでの色味も最適化できる。

【0164】

（他の調光素子）

上記の説明では、調光材料を含む薄膜を調光層として備えた調光素子を例示したが、調光材料が粒子化されたタイプの調光素子を用いることもできる。

【0165】

図 20 を参照しながら、このタイプの調光素子の基本的な構成を説明する。この調光素子は、図 20 に示すように、調光層 M1 および変換層 M2 を含む積層構造を備え、調光層 M1 の光反射率が外部刺激に応答して変化する。

【0166】

調光層 M1 は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料の粒子 m1（以下、「調光粒子」ということがある）を含んでいる。調光材料の好ましい例は、前述した Y、La、Mg₂Ni 合金であり、Y、La、Mg₂Ni 合金などの材料は、水素濃度に応じて金属—半導体（または絶縁体）状態間の遷移を行う。調光層 M1 は、例えばバインダー樹脂を含んでおり、上記調光粒子 m1 はバインダー樹脂に分散している。また、調光層 M1 は、変換層 M2 から水素イオンもしくは水素を運ぶための電解質性の材料（導電性高分子など）を含んでいる。

【0167】

変換層 M2 は、水素などの特定元素を含有し得る変換材料を含んでいる。変換材料は、電荷（電子や正孔）の注入／放出または光照射などの外部刺激に応じて、上記の特定元素（例えば水素）を放出または吸収する。

【0168】

この調光素子も、図 5 に示した調光素子と同じメカニズムにより、反射状態と透明状態とをスイッチングすることができる。ただし、調光層 M1 は調光粒子 m1 を含んでいるので、個々の調光粒子 m1 は金属状態にあるときに光をミラー反射するものの、反射方向はランダムであり、調光層 M1 全体としては光を拡散反射する。これにより、白色の反射光が得られる。

【0169】

調光材料を粒子化することにより以下のメリットが得られる。調光材料からなる薄膜を調光層として用いる場合と比べて、調光材料の表面積を大きくすることができる。従って、調光材料と水素との反応効率が向上し、より高速なスイッチングが可能になる。また、調光層に含まれる調光材料の状態をより確実に制御することができるので、調光層の拡散反射状態と透明状態との反射率の差を拡大できる。そのため、この調光素子を表示システムに用いると、より明確な表示が得られる。さらに、この調光素子では、調光層に入射する光が拡散反射されるので、表示システムへの適用に特に有利である。

【0170】

調光粒子m1が光を反射するためには、各調光粒m1子は可視光波長よりも大きな粒径を持つことが望ましい。従って、調光粒子m1の粒径は、好ましくは350nm以上である。より好ましくは800nm以上である。800nm以上であれば、可視光が調光粒子m1を透過することをより確実に防止できるので、調光層M1の光の反射率を高めることができる。一方、調光粒子m1の粒径は、調光層M1の厚さよりも小さいことが好ましい。粒径が調光層M1の厚さよりも大きいと、上述したような調光材料を粒子化するメリットが得られない。より好ましくは、調光粒子m1の粒径は30 μ m以下である。さらに好ましくは、粒径は3 μ m以下である。調光材料の粒径を例えば1 μ mとすると、調光層M1の厚さは3 μ m程度とすることが好ましい。

【0171】

図20の構造を有する調光素子は、図6(a)～(c)に示すように、電荷の注入／放出により水素イオンが調光層M1と変換層M2との間を移動するメカニズムを利用しているが、これとは異なるメカニズムを採用してもよい。例えば電気化学的な反応により、水素イオンが変換層M2と調光層M1との間を移動するメカニズムを利用することもできる。この場合は、調光層M1に含まれるバインダー樹脂を固体電解質として用いてもよいし、調光層M1と変換層M2との間に固体電解質の層をさらに設けてもよい。この場合は変換層M2内に含まれる変換材料は必ずしも水素を貯蔵、放出する材料である必要はなく、調光材料に起こる

水素イオン反応に対応するようなカウンターイオンの反応が起こるものでもよい。

【0172】

あるいは、変換層M2を備えていなくてもよい。この場合は、雰囲気の水素圧力に応じて水素イオンが調光層M1と雰囲気との間で移動するメカニズムを利用してもよい。または、調光層M1がさらに変換材料を含んでおり、調光層M1内部で、水素イオンを調光粒子m1と変換材料との間で移動させてもよい。

【0173】

何れのメカニズムを利用する場合でも、調光層M1の光学的特性は、水素イオンの濃度に応じて図20に示すように変化する。

【0174】

なお、上記のうちでは、電荷の注入／放出により水素イオンを移動させるメカニズムを利用することが好ましい。電荷（電子や正孔）の移動によって水素の平衡状態を変化させることにより水素を駆動する場合は、水素イオン以外の他のイオンを反応に関与させる必要がない。このため、複数種のイオンが関与する電気化学的な反応によるメカニズムを利用する場合と比べて応答速度が高いという利点がある。また、電気化学的な反応が生じないため、正極側で水素ガスが発生する可能性も低く、電子素子としての安定した動作が可能になる。

【0175】

以下、調光粒子m1を含む調光素子のより具体的な構成を説明する。

【0176】

図21に示す調光素子10Eは、調光層1および変換層2を含む積層構造を備えている。この積層構造は図20に示す構造と実質的に同じである。調光層1の光反射率（光学的特性）は電氣的刺激に応答して変化する。この調光素子10Eは、調光層1および変換層2を挟みこむ一对の電極3a、3bと、積層構造を支持する基板4とを備えている。一对の電極3a、3bには、外部から適切な電圧が印加され得るが、適宜、電極3aと電極3bとを単純に短絡させることも可能である。

【0177】

なお、基板 4 に対する変換層 2 および調光層 1 の積層順序は、図示されているものに限定されず、基板 4 に近い側に変換層 2 を配置し、その上に調光層 1 を形成してもよい。

【0178】

調光層 10E では、水素濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料を用いて形成された微粒子（例えばイットリウム、ランタン、以下「調光微粒子」という）がバインダー樹脂に分散している。

【0179】

変換層 2 は、水素を含有し得る変換材料を含んでいる。この変換材料は電極 3a との間で電子の授受を行うことにより、水素のイオン (H^+) を放出／吸収を行うことができる。

【0180】

図示する例では、電極 3a に正の電位を与え、電極 3b に負の電位を与えると、あらかじめ十分な量の水素を含有している変換層 2 の変換材料から水素イオンが放出される。放出された水素イオンは、積層構造中に形成された電界中を移動し、調光層 1 に達した後、調光微粒子にドーピングされる。このような水素の放出および移動のメカニズムは、前述したとおりである。調光微粒子の調光材料は、水素と結合することにより水素金属化合物を形成する。この結果、当初は金属状態にあった調光微粒子は、可視光を透過する半導体または絶縁体に変化する。

【0181】

調光層 1 に含まれる調光微粒子の平均粒径は例えば $1\ \mu m$ である。調光微粒子は典型的にはバインダー樹脂に分散している。バインダー樹脂として、例えばガラスとほぼ同等の屈折率を有するアクリル系樹脂を用いる。また、調光層 1 は、さらに、調光微粒子と変換層 2 との間で水素イオンおよび電荷のやりとりを行うための電気導電性材料を含んでいる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子（例えば P2）や電荷移動錯体を用いることができる。

【0182】

調光層 1 は、バインダー樹脂の溶液に上記の調光微粒子を分散させ、さらに電

気導電性材料を溶解させた塗布溶液を用意した後、例えばスピコート法によって塗布溶液を電極 3 b 上に塗布することによって形成できる。調光層 1 の厚さは例えば $3\ \mu\text{m}$ 程度である。調光層 1 の形成を、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いて行っても良い。調光層 1 の光入射側の面は、平坦であってもよいし、凹凸を有していてもよい。凹凸を有する調光層 1 は、例えば、凹凸を有する基板 4 または電極 3 b を用いて、凹凸を有する下地の上に上記塗布溶液を塗布することによって形成できる。

【0183】

好ましい調光層 1 の厚さは、 $1.5\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下である。 $1.5\ \mu\text{m}$ 未満であれば、高い反射率を有する調光層 1 が得られなかったり、調光層 1 に用いる調光微粒子の粒径が制限されたりする。一方、 $50\ \mu\text{m}$ を超えると、調光層 1 の導電性が低くなる可能性がある。

【0184】

変換層 2 に含まれる変換材料は、定常状態で水素の原子またはイオンを貯蔵し保持することができ、外部刺激に応じて、水素貯蔵量（保持量）を変化させる。このような水素を貯蔵できる材料としては、 LaNi_5 、 MnNi_5 、 CaNi_5 、 $\text{TiMn}_{1.5}$ 、 $\text{ZrMn}_{1.5}$ 、 ZrMn_2 、 TiNi 、 TiFe 、 Mg_2Ni などの合金を用いることができる。また、カーボンナノチューブ（CNT）を用いることもできる。

【0185】

変換層 2 は、水素貯蔵材料のほかに電気導電性材料を含んでもよい。電気導電性材料が変換層 2 に含まれていると、調光層 1 との間で水素イオンのやり取りを迅速に行うことができる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子や電荷移動錯体を用いることができる。また、変換層 2 には、上記の水素貯蔵材料や電気伝導性材料以外とは別に必要に応じてバインダー樹脂などの結合材料を加えても良い。なお、一方の電極から注入された電荷がそのまま他方の電極に移動してしまうことを確実に抑制するため、調光層と変換層との間にセパレータ層を挿入してもよい。セパレータ層の材料としては、イオンの移

動が可能でありながら電荷の移動は生じにくい材料を選択することが望ましい。例えば、イオン交換体、多孔質絶縁物、イオン導電性高分子材料などを用いることができる。このような材料からなるセパレート層を配置すれば、電極から注入された電荷が反対の電極に突き抜けることが確実に防止されるため、調光層と変換層との間における電荷の移動効率を高めることができる。

【0186】

変換層 2 が複数の材料の混合物から形成される場合、これらの材料を溶媒に溶解させた溶液を用意し、スピコート法や印刷法によって塗布すれば、変換層 2 を用意に形成することができる。このような変換層 2 の形成は、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いても良い。

【0187】

以上説明したように、調光素子 10E では、電極 3a、3b に電圧を印加することにより、変換層 2 の内部で電荷およびイオンの授受が行われる結果、前述したメカニズムにより、変換層 2 と調光微粒子との間で水素の移動を引き起こすことができる。このため、例えば、初期状態で水素がドーピングされていない調光層 1 と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層 2 とを用い、図 20 に示すような電圧を印加すると、水素イオンが正極側から負極側に移動して、調光微粒子にドーピングされる。すなわち、正極側では水素放出反応が進行し、負極側では水素と金属との結合反応が進行して、水素金属化合物が形成される。これに対して、逆方向の電圧を印加すると、逆方向に水素の移動が生じるため、印加電圧の極性を交替することにより、調光層 1 の光学的状態を金属光沢—透明の間で可逆的に切り替えることができる。

【0188】

変換層 2 に貯蔵された水素の移動だけを考えると、電極 3a と電極 3b とを積層構造の外部で短絡させてもよい。このような短絡は、二次電池における放電と同様の現象であり、積層構造の内部状態を初期状態に復帰させることができる。

【0189】

変換層 2 と調光層 1 とが水素を保持する能力を持つため、電圧の印加を行わないとき（外部の回路を開放しているとき）、水素の移動が生じず、調光層 1 の光

学的状態が保持される（調光層のメモリ機能）。このため、水素保持能力に優れた材料を選択すれば、電力を消費することなく調光状態を長期間保持することができる。

【0190】

上記の例とは逆に、あらかじめ水素をドーピングした調光層 1 と、水素を貯蔵していない状態の変換層 2 とを用いてもよい。その場合は、調光層 1 に正電位を、変換層 2 に負電位を与えることにより、調光層 1 から変換層 2 に水素を移動させ、それによって調光層 1 における調光材料の光学的状態を変化させても良い。

【0191】

調光素子 10E では、水素のドーピング量によって調光微粒子の光反射率／光透過率を制御することができるため、電極に印加する電圧や印加時間（デューティ比など）を調節することにより、調光層 1 の光反射率／光透過率を制御することができる。水素保持能力に基づくメモリ性を利用すれば、適切な光反射率／光透過率を保持することも容易である。

【0192】

このような水素の貯蔵／放出を適切に制御する際には、図 7 に示した調光素子 10 について図 8 を参照しながら説明したように、水素平衡圧－組成等温線（P-T-C 特性曲線）に注目する必要がある。

【0193】

調光素子 10E についても、P-T-C 特性曲線のプラトー領域でスイッチング動作を行うことが好ましい。また、変換層 2 および調光層 1 は略同様の P-T-C 特性を示すことが望ましい。より具体的には、図 8 に示すように、変換層 2 および調光層 1 の P-T-C 特性曲線におけるプラトー領域の「水素貯蔵量」の範囲が重なり合い、かつ、「水素平衡圧力」のレベルがほぼ等しいことが望ましい。また、変換層 2 における P-T-C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）は、調光層 1 における P-T-C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）を含む大きさを有していることが更に好ましい。

【0194】

再び、図 21 を参照する。図 21 に示す調光素子 10E は、金属拡散反射状態

と透明状態との間でスイッチングを行うので、素子全体として透明度が高いことが好ましい。透明度の高い状態を形成するには、基板4および電極3a、3bだけではなく、変換層2を可視光域の全範囲で透過率の高い（吸収の無い）材料から形成する必要がある。しかし、水素貯蔵材料などの変換材料は、金属または着色した材料である場合が多く、このような変換材料の層から透明性の高い変換層2を形成することは難しい。このため、変換材料の微粒子を透明な材料と混合することによって変換層2を形成することが好ましい。具体的には、光の波長以下の粒径を持つナノ粒子を変換材料から形成し、このナノ粒子を透明性に優れたバインダー樹脂で結合することができる。このようにして作製される変換層2は、透明性および水素貯蔵能力の両方を発揮することができるだけでなく、変換材料がナノ粒子化することにより、その表面積が増加するため、水素の吸放出効率も上昇することも期待される。変換材料による水素の吸放出効率が上昇すると、調光動作の応答速度が向上するので好ましい。超微粒子状態の変換材料としては、カーボン系材料（CNT、フラーレンなど）やカリウム-黒鉛層間化合物などを用いることもできる。

【0195】

調光層1と変換層2との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光層1と変換層2との間に導電性高分子P1の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜に加えて、電解質膜を配置してもよい。このような膜を配置すると、水素イオンの移動が電解質を介して起こりやすいため、特性を向上させることも可能である。

【0196】

以下、図22および図23を参照しながら、調光粒子を含むタイプの他の調光素子10F、10G、10Hを説明する。

【0197】

図22(a)に示す調光素子10Fは、変換層を第1変換層2aと第2変換層2bとの複数層に分離した構成を有している。ここまで説明した調光素子では、水素などの特定元素を調光層1にドーピングすることによって調光層1の状態を変化させるため、2つの変換層2a、2bで調光層1を挟み込む構成を採用すれば、

効率的なドーピングが可能となり、調光に必要な状態変化の速度が向上する。調光層 1 は、電極として機能し得るため、図 22 (a) の例では、調光層 1 を電極として用いている。

【0198】

図 22 (a) の調光素子では、水素の吸放出を行う部分が第 1 変換層 2 a、調光層 1、および第 2 変換層 2 b の 3 層構造を有しているが、更に多層化することも可能である。調光層 1 が単層であれば、調光の程度が不十分な場合でも、調光層 1 の層数を増加させることにより、調光の程度を十分に大きくすることが可能になる。

【0199】

調光層 1 の導電性が低いために電極として用いることができない場合には、図 22 (b) に示す調光素子 10 G のように、調光層を第 1 調光層 1 a と第 2 調光層 1 b との 2 層に分離し、これらの調光層の間に電極 3 c を挿入してもよい。図 22 (b) の調光素子 10 G においても、調光層 1 をさらに多層化することができる。

【0200】

図 22 (a) および (b) の何れの調光素子も、各層を順次積層することで容易に作製できる。なお、調光層、変換層、電極および基板は、積層数が異なる以外は図 21 に示した調光素子 10 E と同様の構成を有し得る。

【0201】

図 23 に示す調光素子 10 H では、変換層 2 の機能分離を行うため、変換層 2 に多層構造を付与している。前述のように、変換層 2 の機能は水素を貯蔵し、また、電荷の注入／放出に応じて水素を放出／再貯蔵することである。これらの機能を 1 つの材料で実行するよりも、機能ごとに異なる材料を選択し、それぞれの材料からなる層を重ねるほうが容易である。すなわち、変換層を、電荷またはイオンのやりとりを行うための電荷輸送材料または電解質材料から形成した第 1 変換層 2 a と、水素貯蔵の機能を持つ材料から形成した第 1 変換層 2 a とに分離することにより、効率のよい水素移動を行うことができる。

【0202】

ここでは、導電性高分子材料 P 1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）と、屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂を混合して形成した電荷・イオン交換層を第 1 変換層 2 a として用いている。また、A B 5 型 Mm 水素貯蔵合金である N i 合金の超微粒子（分散中心半径 10 nm）を屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂と混合したブレンド樹脂を用いて第 2 変換層 2 b として機能させている。なお、このような変換層の機能分離は、図 2 1 や図 2 2 に示した何れの調光素子にも適用することができる。

【0203】

なお、本発明による表示システムに用いられる調光素子としては、ここで挙げたものに限定されず、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈することができるものであれば用いることができる。例えば、コレステリック液晶材料からなる液晶層を備えた液晶素子や、高分子分散型の液晶層を備えた液晶素子を調光素子として用いてもよい。このような液晶素子を調光素子として用いた場合であっても、調光素子が、複数の調光領域を有し、且つ、表示素子に表示されている情報の種類に応じて各調光領域の光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替え得る構成を有していることによって、コンテンツの種類に応じて最適な視認性のモードで表示を行うことができる。そのため、表示システムをマルチコンテンツの表示に好適に用いることができる。

【0204】

ただし、図示して説明したような金属反射状態と透過状態とをスイッチングできる調光素子は、金属反射状態を利用するので光の利用効率（反射率）を高くすることができる。また、メモリ性を有しているので消費電力を低減することができる。そのため、このような調光素子を用いることによって、マルチシーンでの使用に特に適した表示システムが得られる。

【0205】

これに対して、コレステリック液晶を用いた液晶素子は、原理的に入射光の半分（p 波と s 波のいずれか一方）しか反射できないし、透過状態においても反射光が存在するので光の利用効率が低い。また、高分子分散型液晶を用いた液晶素子は、メモリ性を有しないので、液晶層に常に電圧を印加しておく必要があり、

消費電力の点で不利であるし、高分子のマトリクス中に分散された球状の液晶材料は、マトリクス材料との屈折率差による全反射条件で光を反射するので、全方向の光を反射することはできない。金属反射状態を利用する調光素子は、基本的に全方向からの光を反射することができるので、光の利用効率が高い。

【0206】

なお、光をミラー反射できる調光素子（例えば図7などに示されている）を表示素子の前面に配置すると、ディスプレイと鏡とを兼用したインテリアとして表示システムを用いることが出来る。

【0207】

【発明の効果】

本発明によると、透過モードの表示および反射モードの表示の両方で良好な表示特性を有し、マルチシーンでの使用および／またはマルチコンテンツの表示に好適な表示システムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による表示システムを模式的に示す断面図である。

【図2】

コンテンツの種類に応じて表示モードを切り替える様子を模式的に示す図である。

【図3】

表示モードを切り替える態様を示す模式図である。

【図4】

表示モードを切り替える態様を示す模式図である。

【図5】

調光素子の構成を模式的に示す断面図である。

【図6】

図5に示す調光素子の動作原理を示す図である。

【図7】

調光素子を模式的に示す断面図である。

【図 8】

調光層および変換層の水素平衡圧－組成等温線（P T C 特性曲線）を示すグラフである。

【図 9】

他の調光素子の動作を示す図である。

【図 10】

他の調光素子を模式的に示す断面図である。

【図 11】

他の調光素子を模式的に示す断面図である。

【図 12】

他の調光素子を模式的に示す断面図である。

【図 13】

他の調光素子を模式的に示す断面図である。

【図 14】

本発明による表示システムの第 1 の実施形態を示す断面図である。

【図 15】

本発明による表示システムの第 2 の実施形態を示す断面図である。

【図 16】

本発明による表示システムの第 3 の実施形態を示す断面図である。

【図 17】

本発明による表示システムの第 3 の実施形態を示す断面図である。

【図 18】

本発明による表示システムの第 3 の実施形態を示す断面図である。

【図 19】

本発明による表示システムの第 4 の実施形態を示す断面図である。

【図 20】

調光粒子を含む調光素子の構成を模式的に示す断面図である。

【図 21】

調光粒子を含む調光素子を模式的に示す断面図である。

【図 22】

調光粒子を含む他の調光素子を模式的に示す断面図である。

【図 23】

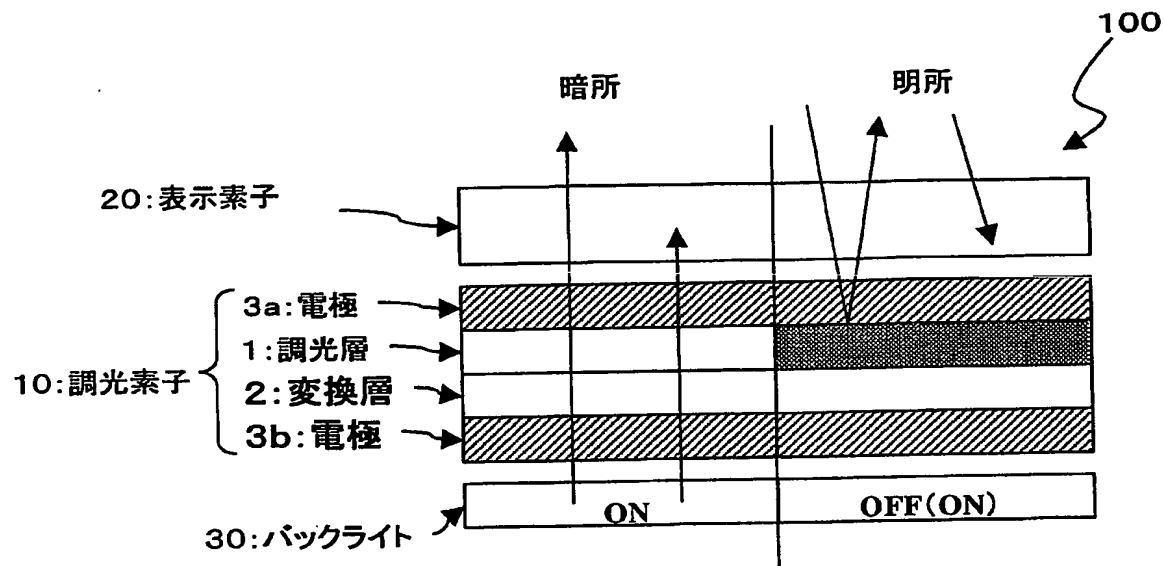
調光粒子を含む他の調光素子を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

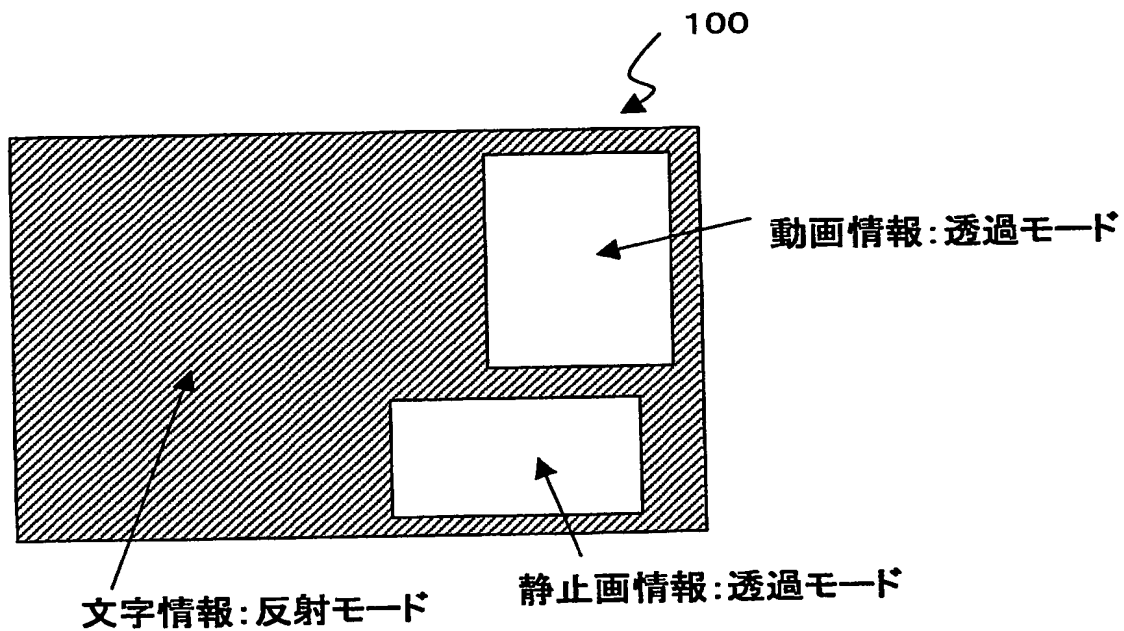
- 1 調光層
- 2、2' 変換層
- 3a、3b 電極
- 4 基板
- 10、10A、10B 調光素子
- 10C、10D、10E 調光素子
- 10F、10G、10H 調光素子
- 20 表示素子（液晶表示素子）
- 21、22 基板
- 23 液晶層
- 24、25 電極
- 26、27 配向膜
- 28 薄膜トランジスタ（TFT）
- 29 平坦化膜（オーバーコート層）
- 29a スルーホール
- 30 照明装置（バックライト）
- 40a、40b 偏光板
- 50 カラーフィルタ
- 100、100A、100B 表示システム
- 100C、100D、100E 表示システム
- 100F 表示システム

【書類名】 図面

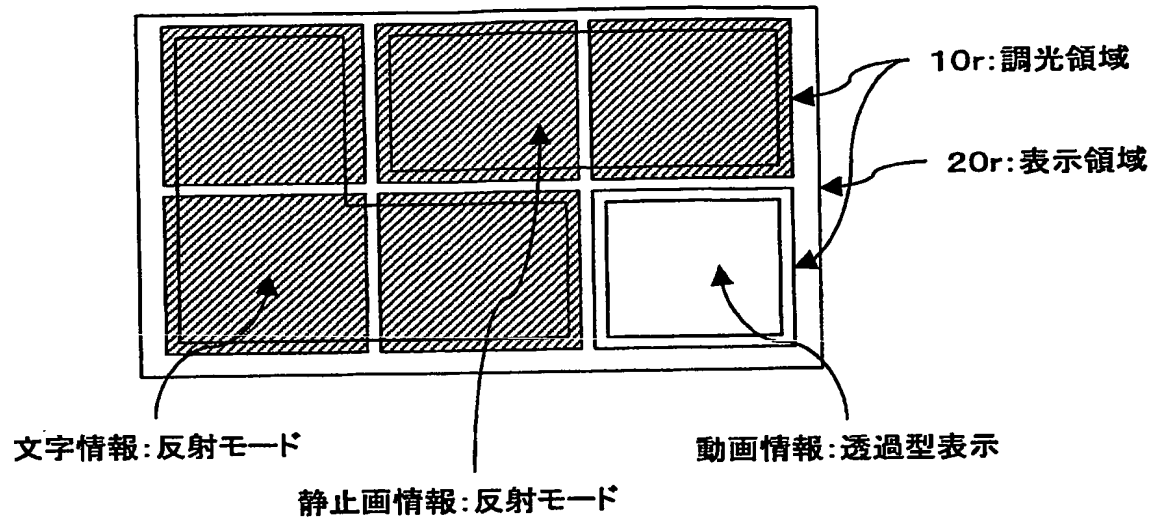
【図 1】



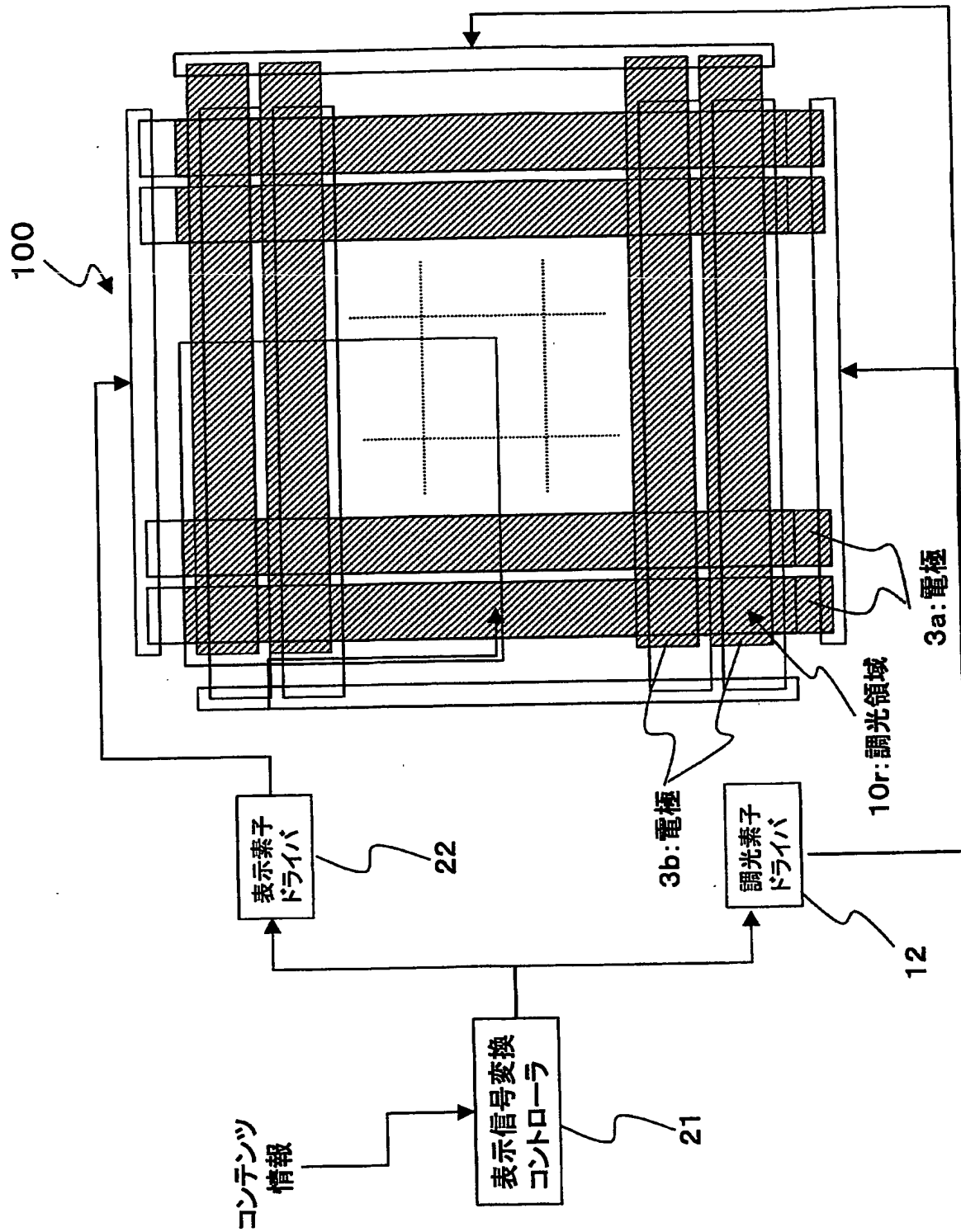
【図 2】



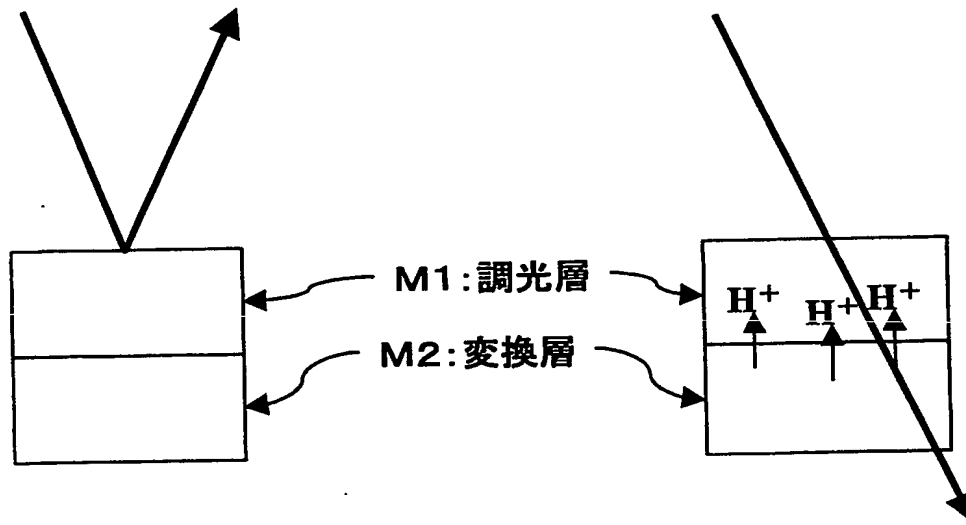
【図 3】



【図 4】

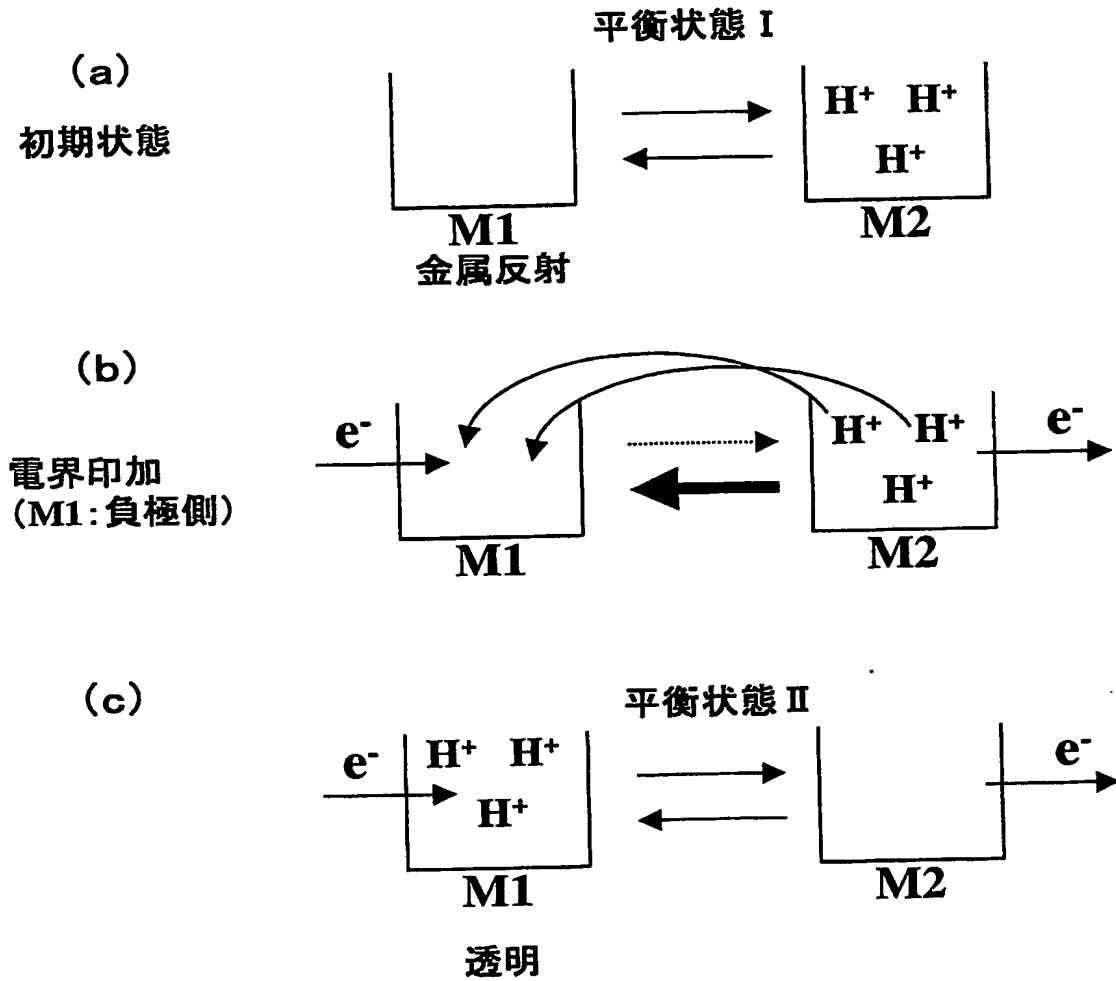


【図 5】

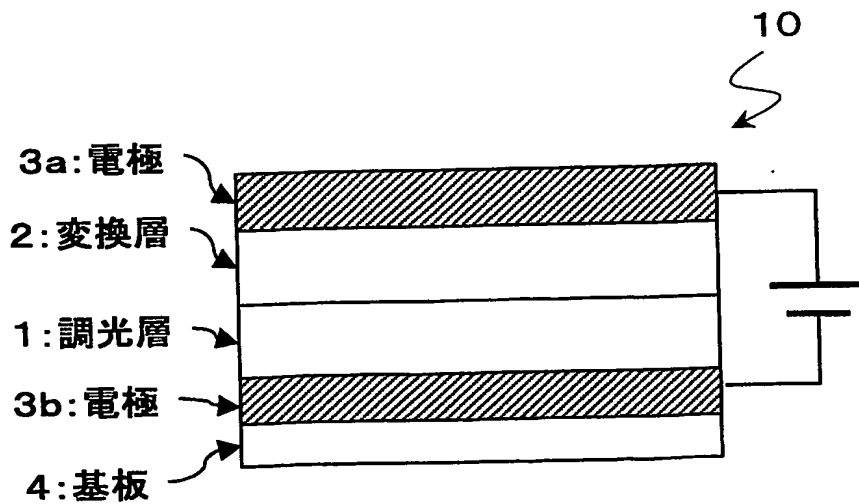


ミラー反射 ⇔ 透明

【図 6】

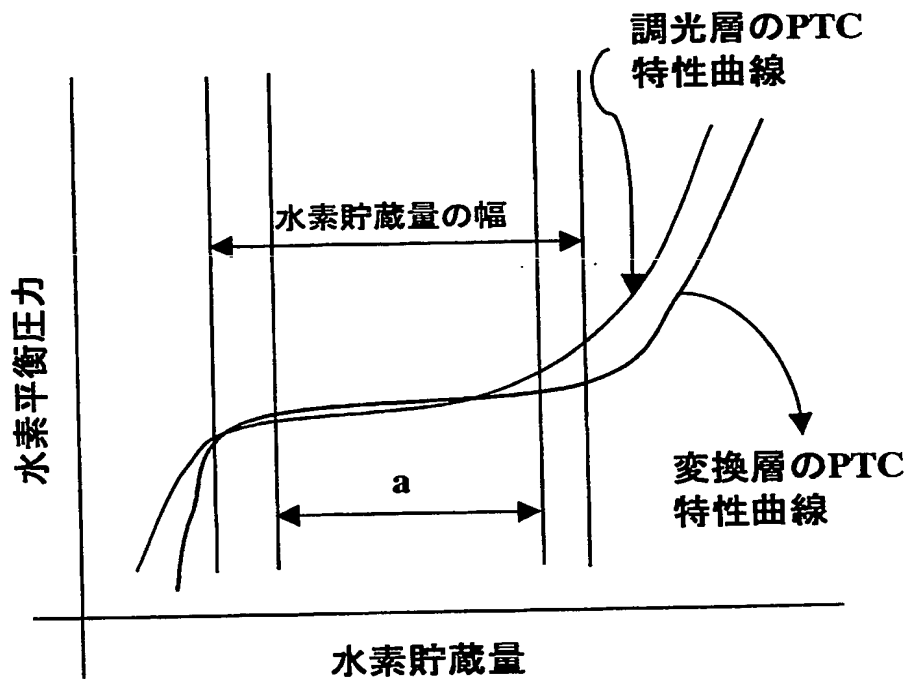


【図 7】

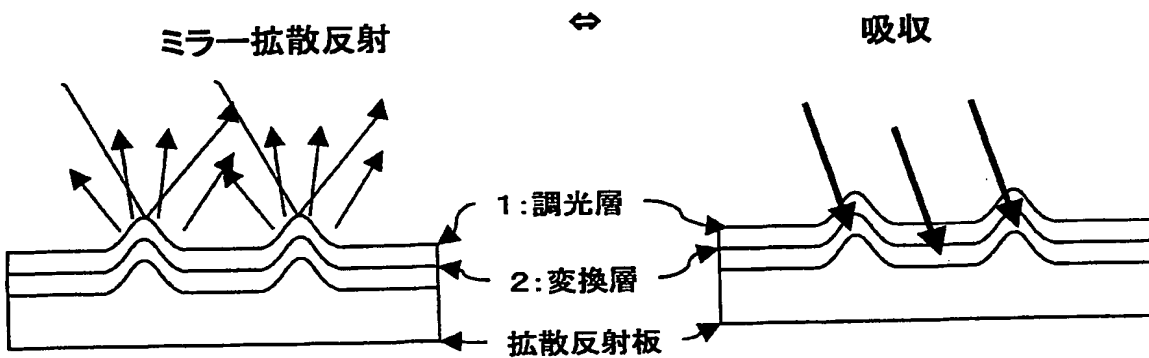


【図8】

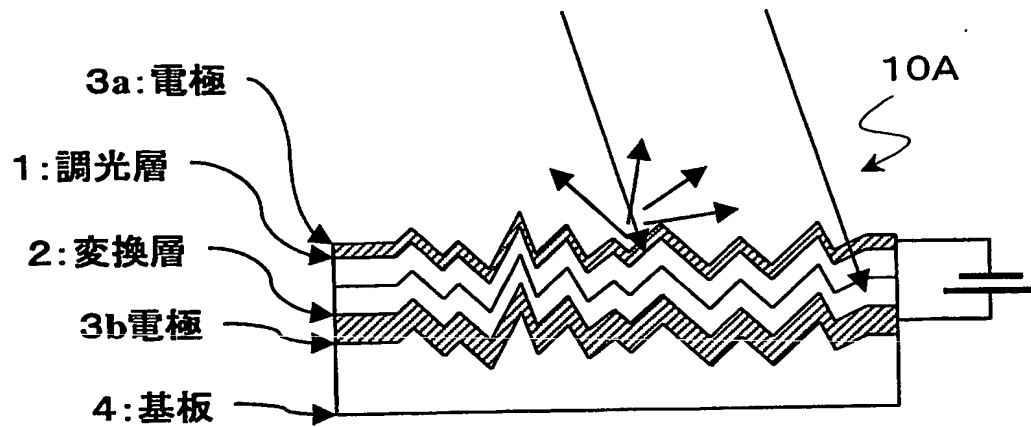
本発明におけるPTC特性曲線の望ましい形状



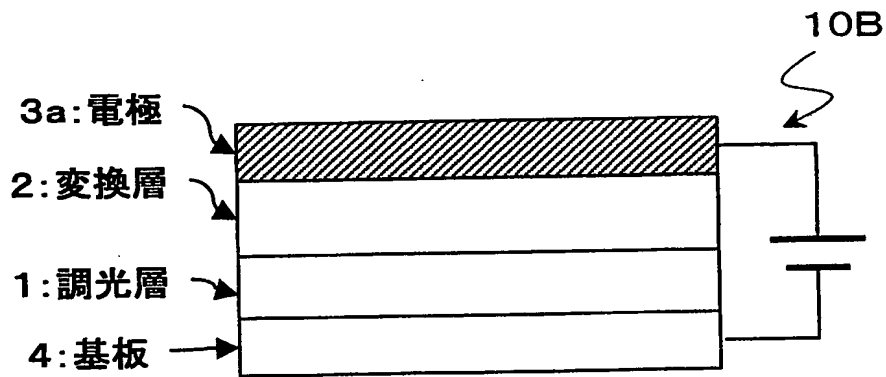
【図9】



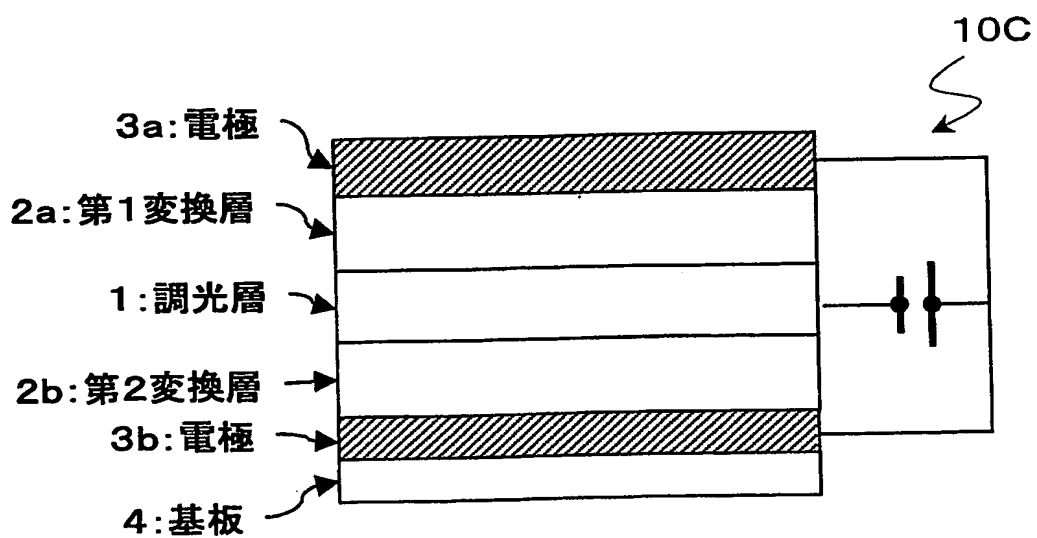
【図10】



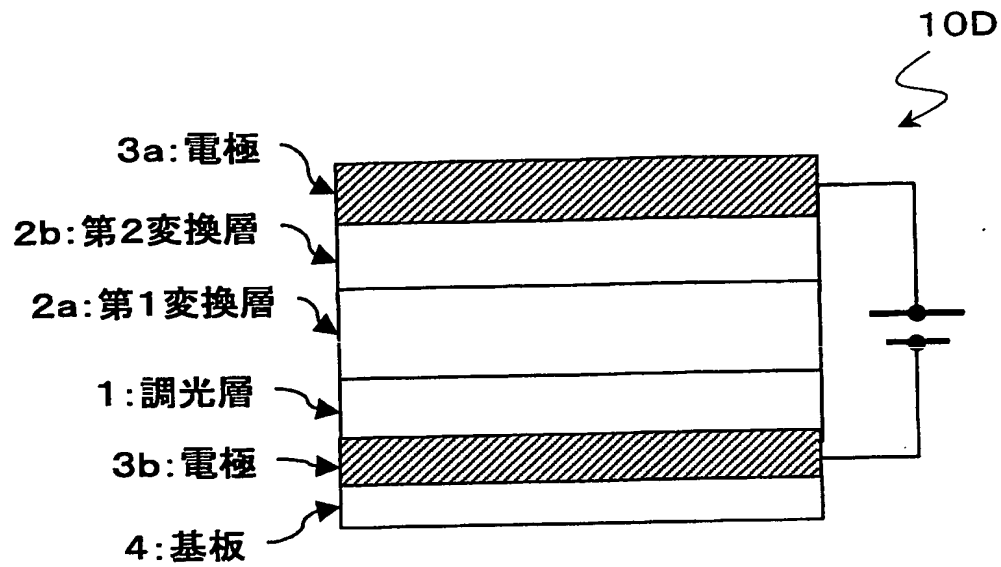
【図11】



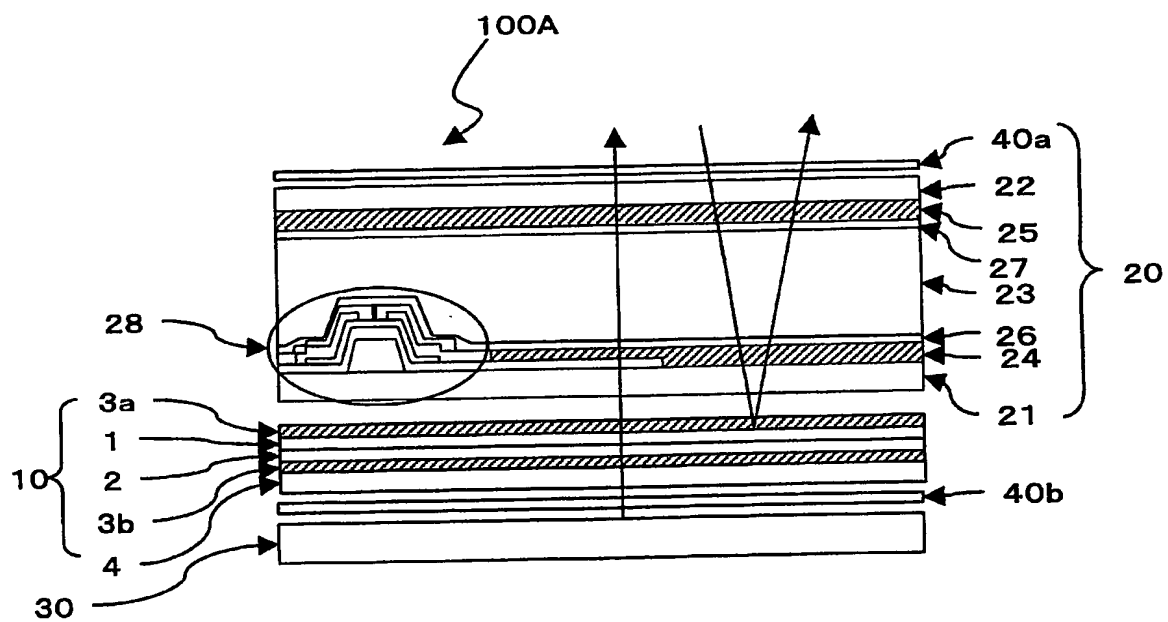
【図12】



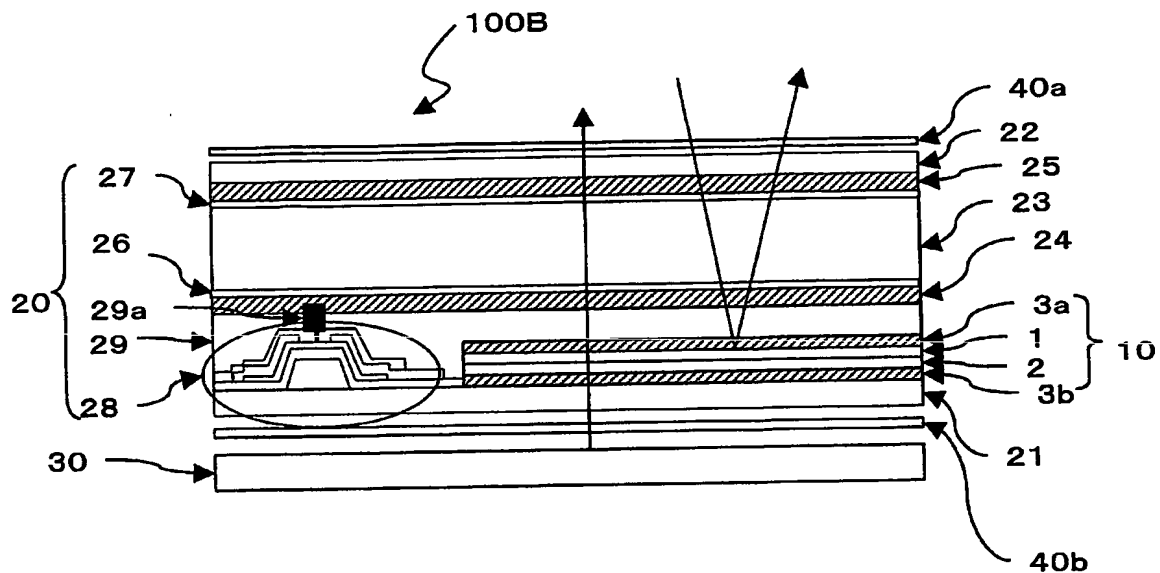
【図13】



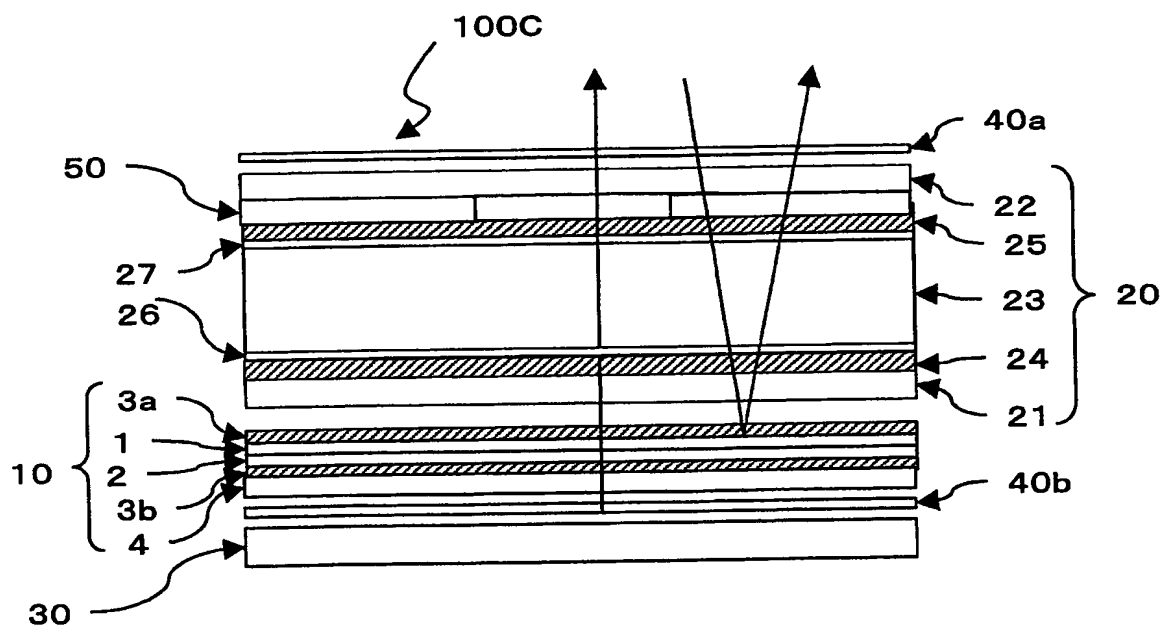
【図14】



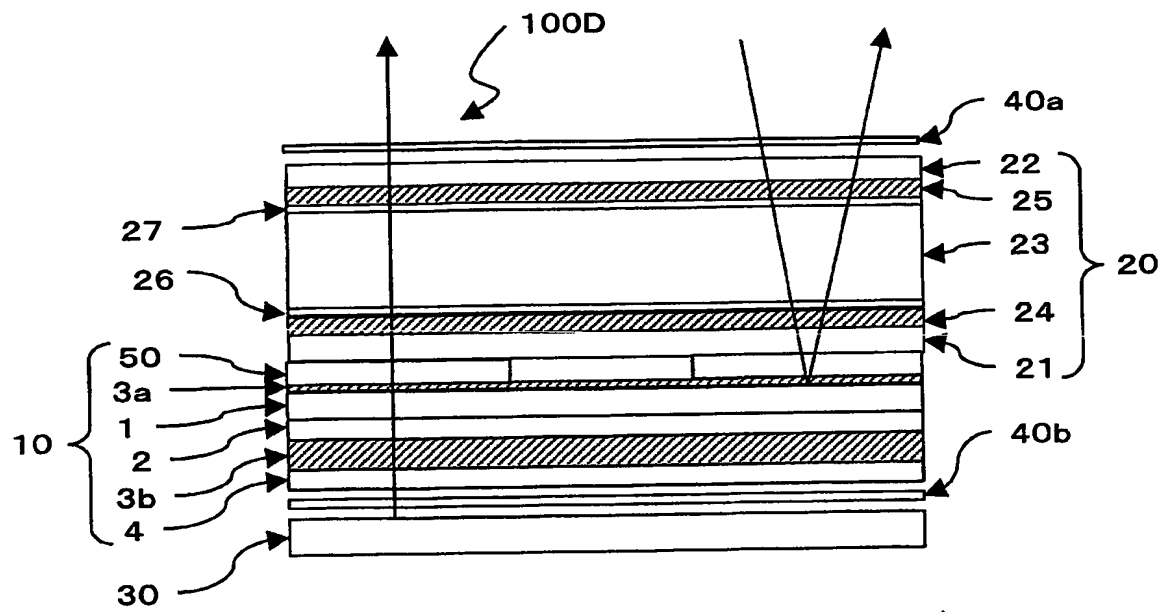
【図 15】



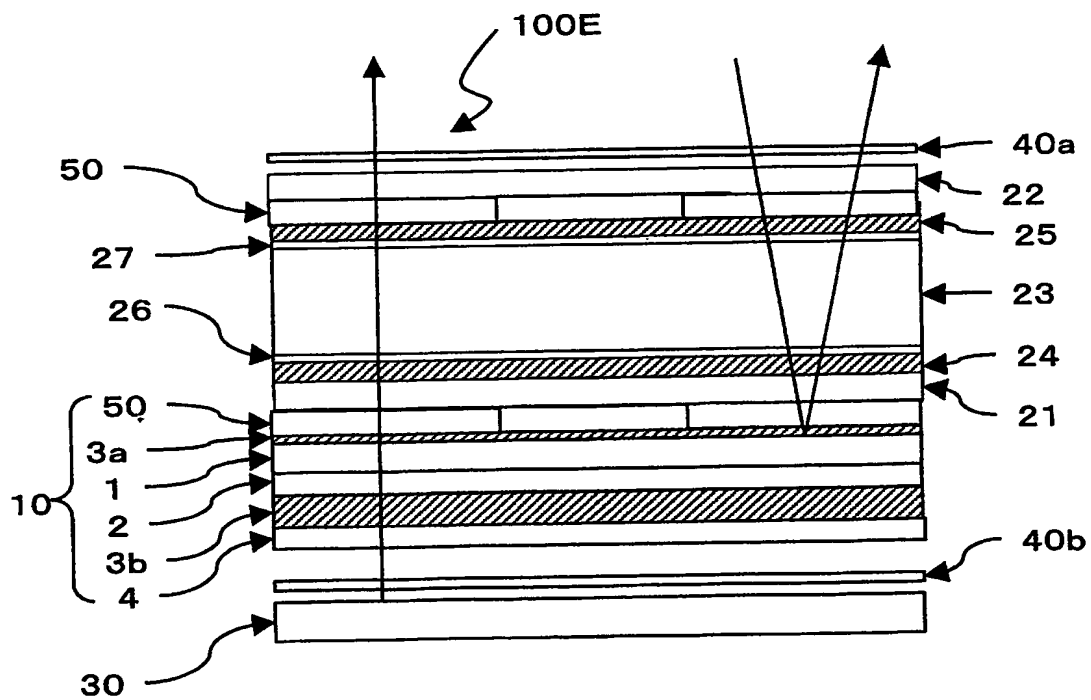
【図 16】



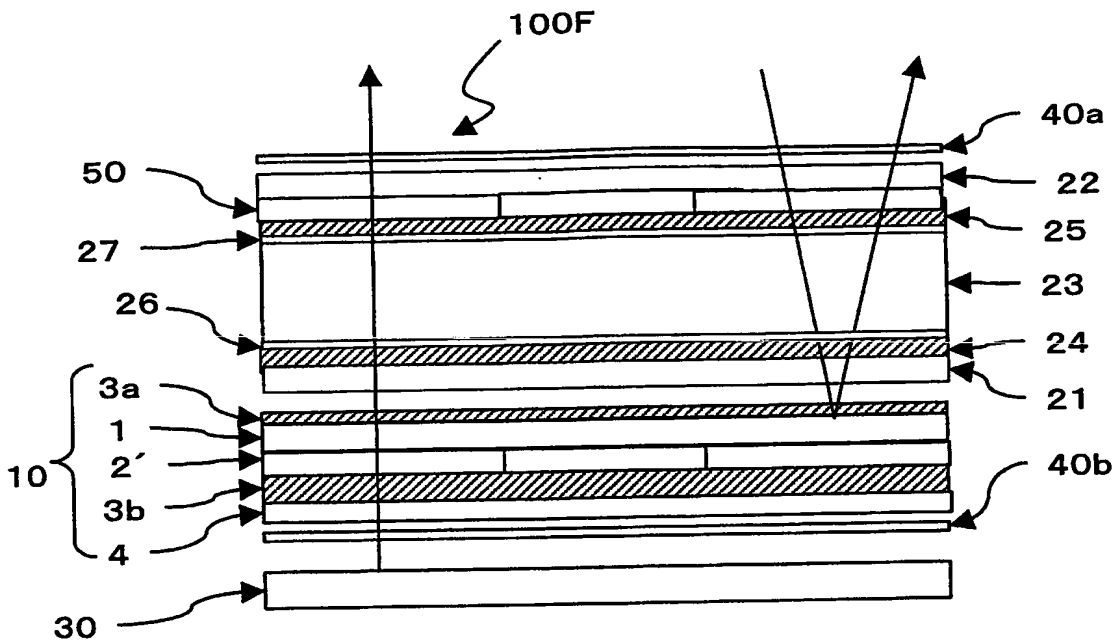
【図 17】



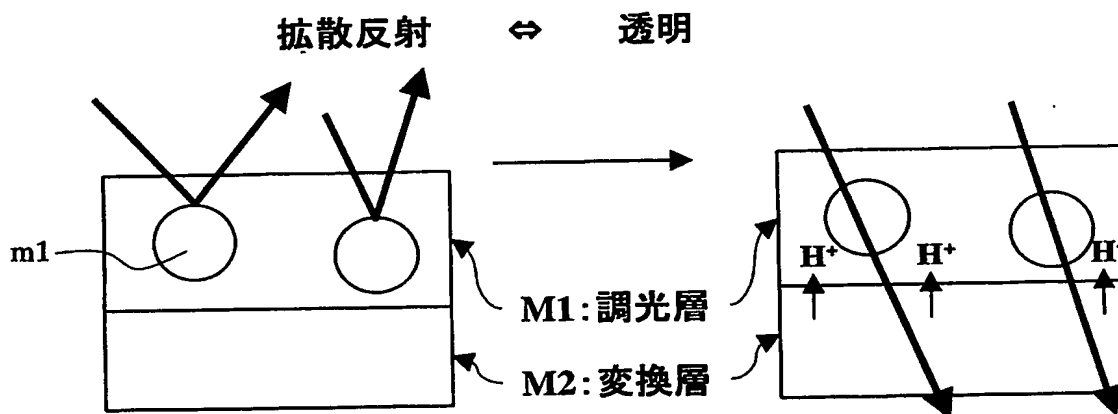
【図 18】



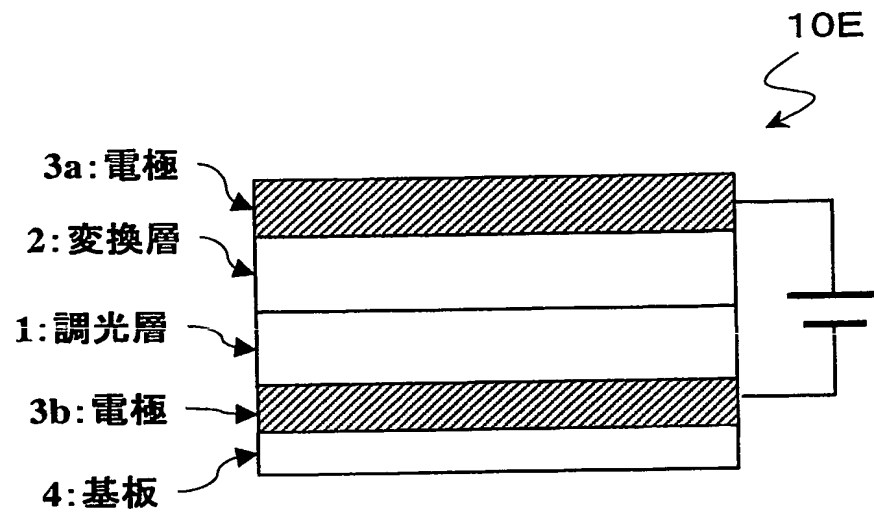
【図 19】



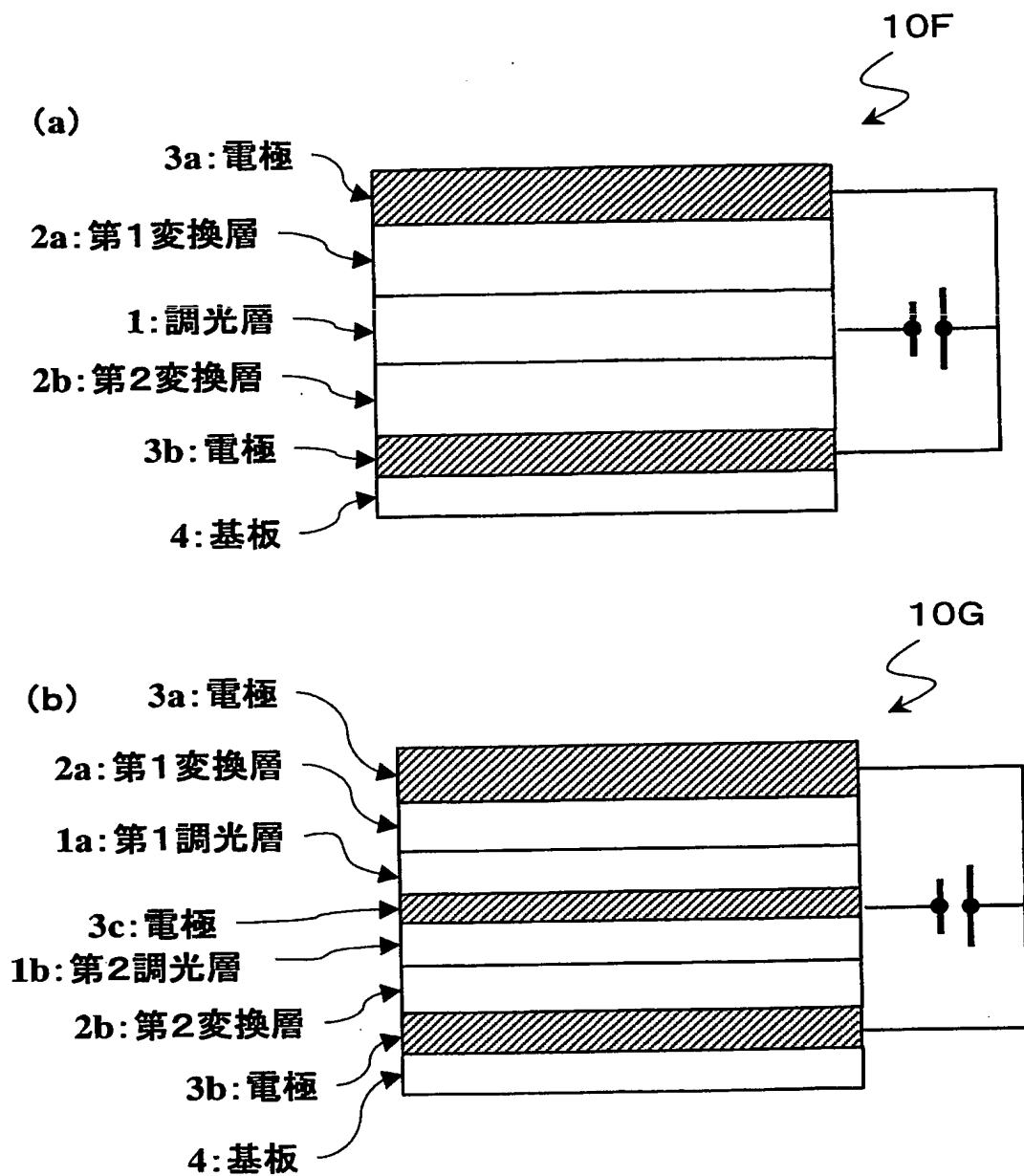
【図 20】



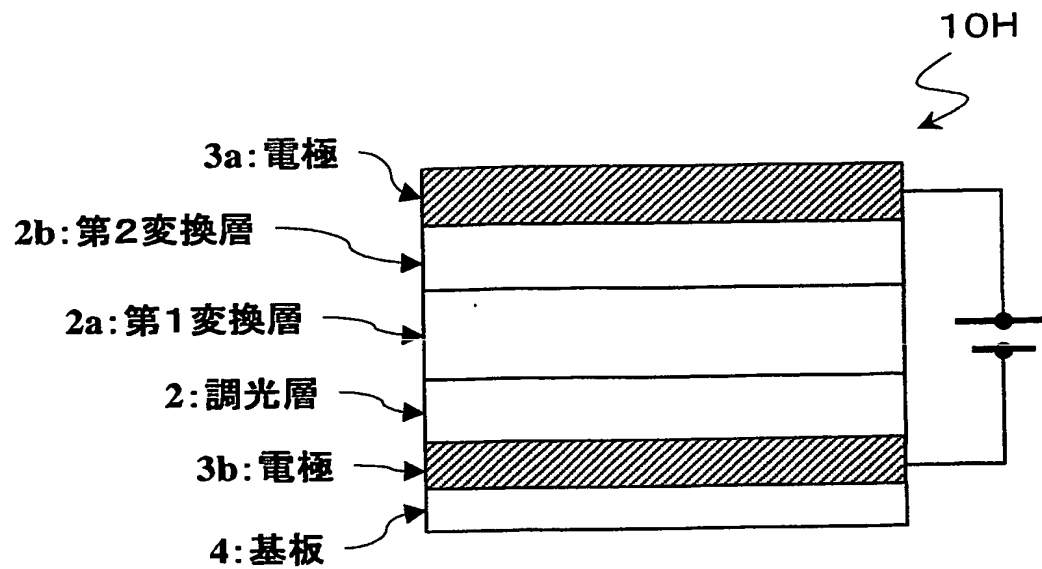
【図 21】



【図 22】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 透過モードの表示および反射モードの表示の両方で良好な表示特性を有し、マルチシーンでの使用および／またはマルチコンテンツの表示に好適な表示システムを提供する。

【解決手段】 光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子 10 と、調光素子 10 を透過した光および／または調光素子 10 によって反射された光を変調することによって情報を表示する表示素子 20 とを備えた表示システムである。調光素子 10 は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る複数の領域を有し、表示素子 20 に複数種類の情報が表示されているとき、表示されている情報の種類に応じて複数の領域のそれぞれの光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替えることができる。

【選択図】 図 1

特願 2003-070193

出願人履歴情報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住所

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏名

シャープ株式会社